

RAPPORT
ANNUEL

2019



INERIS

*maîtriser le risque
pour un développement durable*

 www.grouperougevif.fr -

ROUGE VIF ÉDITORIAL - 26400

Conception et réalisation: Rouge Vif -

Rédaction: Rouge Vif, Ineris

Crédits photos: Adobe Stock / Richard Carey,

fotomaster, Neflo photo (couverture)

Adobe Stock / mshch (p. 20); Cozyta (p. 26);

aldorado (pp. 3; 38);

Ineris (pp. 4; 28; 40; 44);

Ville de Rouen (p. 7);

Franck Dunouau (pp. 4; 21; 32; 46)

DR / Ineris (pp. 6; 7; 8; 9; 14; 22; 24; 27; 28; 30;

31; 32; 33; 37; 39; 41; 42; 45)

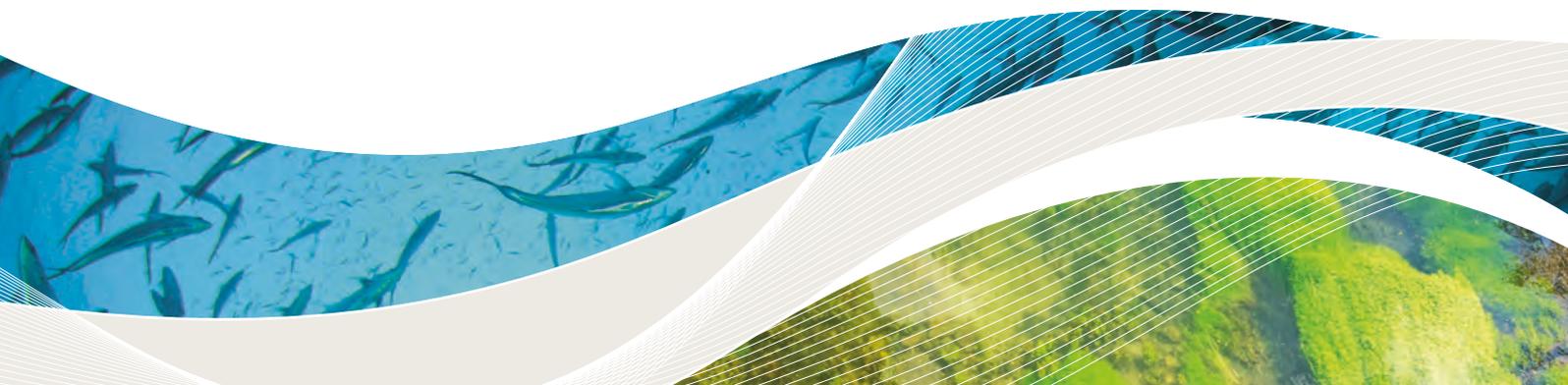
Thomas Paquet (pp. 10; 23; 47)

ISSN 1777-6147



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.

ÉDITORIAL	4
MISSION	5
RÉTROSPECTIVE 2019	6
ORGANISATION ET GOUVERNANCE	10
RESSOURCES HUMAINES	11
FINANCES	12
RESPONSABILITÉ SOCIÉTALE DES ENTREPRISES	13
OUVERTURE À LA SOCIÉTÉ	14
APPUI	16
RECHERCHE	17
CONSEIL AUX ENTREPRISES ET CERTIFICATION	18
VEILLE	19
<hr/>	
MAÎTRISER LES RISQUES liés à la transition énergétique et à l'économie circulaire	20
<hr/>	
COMPRENDRE ET MAÎTRISER LES RISQUES à l'échelle d'un site industriel et d'un territoire	26
<hr/>	
CARACTÉRISER LES DANGERS DES SUBSTANCES et leurs impacts sur l'homme et la biodiversité <i>via</i> l'air et l'eau	38
<hr/>	
CONTRAT D'OBJECTIFS ET DE PERFORMANCE 2016-2020	48



Depuis plusieurs mois, l'Ineris a engagé une revue de ses missions et activités afin, dans un contexte de réduction des dépenses et effectifs publics, de se focaliser sur ses sujets « cœur de métier ».

Parmi ces sujets figure l'appui aux pouvoirs publics pour la prévention mais aussi la gestion des accidents technologiques. De fait, l'appui en situation de crise mais aussi l'intégration des enseignements de ces crises font partie des gènes de l'Institut en tant qu'héritier de l'expertise acquise dans le domaine de la sécurité minière depuis la catastrophe de Courrières, en 1906. Cette catastrophe, la plus importante catastrophe minière en Europe, avait fait plus de mille victimes.

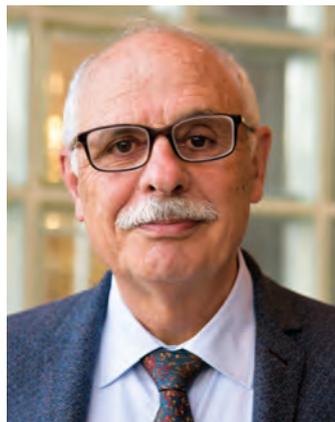
Si, heureusement, aucun décès n'est à déplorer à la suite de l'incendie de l'usine de Lubrizol à Rouen le 26 septembre 2019, cet incendie a conduit à une vive émotion au niveau national.

Les femmes et les hommes de l'Ineris ont été au rendez-vous pour apporter leur expertise aux autorités dès les premières heures de l'incendie. Grâce à eux, l'Ineris a étendu le cadre de son intervention au-delà de sa cellule d'appui aux situations d'urgence et des risques immédiats. Il doit à la mobilisation de ses laboratoires, ingénieurs, techniciens et chercheurs une réactivité exemplaire. Pour n'évoquer que les analyses qui ont été effectuées, 15 échantillons d'air ont ainsi été analysés et interprétés, 6 dans des délais inférieurs à 24 heures. 125 échantillons de prélèvements de surface sur 52 points de prélèvements ont également été analysés, avec des premiers résultats moins de 36 heures après le début de l'incendie pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques et les métaux et de 5 jours pour les dioxines. Tous ces résultats ont été rendus publics sans délai.

Un moment de retour d'expérience sera pris pour identifier des points d'amélioration de notre action et les moyens, notamment humains, nécessaires pour cela, mais nous voulons saluer ici l'engagement très fort dont ont fait preuve les équipes de l'Institut. Cet engagement incarne la force et l'indépendance de l'expertise publique en matière de risque technologique qui sont la raison d'être de l'Ineris.



Raymond Cointe
Directeur général



Alain Dorison
*Président du conseil
d'administration*

MISSION

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

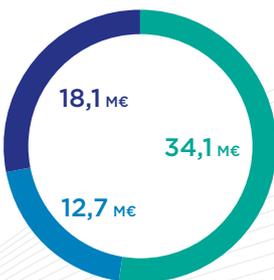
Établissement public à caractère industriel et commercial sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et solidaire, l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris) a pour mission de contribuer à la prévention des risques que les activités économiques font peser sur la santé, la sécurité des personnes et des biens, et sur l'environnement.

L'Institut mène des programmes de recherche visant à mieux comprendre les phénomènes susceptibles de conduire aux situations de risques ou d'atteintes à l'environnement et à la santé, et à développer sa capacité d'expertise en matière de prévention. Ses compétences scientifiques et techniques concernent les domaines des risques accidentels, des risques chroniques et des risques du sol et du sous-sol. Elles sont mises à la disposition des pouvoirs publics, des entreprises et des collectivités locales afin de les aider à prendre les décisions les plus appropriées, et à améliorer la sécurité et la protection environnementale.

Ineris - Siège et laboratoires
Parc technologique Alata - BP 2 60550
Verneuil-en-Halatte



RÉPARTITION DE L'ACTIVITÉ



64,9 M€
de recettes en 2019

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

30 000 m²
de laboratoires et de halles d'essais

1 **siège** à Verneuil-en-Halatte (Oise) et des bureaux à Paris

4 **implantations régionales** à Nancy, Aix-en-Provence, Lyon et Bourges

2 **filiales** Ineris formation et Ineris développement

15 **hectares** dédiés aux plateformes d'essai

Retour sur les faits marquants de l'année

14-15 JANVIER

Rencontres nationales santé environnement 2019

L'Ineris a contribué aux échanges sur la question des inégalités environnementales et présenté ses travaux en cours en lien avec la santé environnement.



22 JANVIER

Prix Jean Bricard

Il a été attribué à Somik Chakravarty, titulaire d'une thèse UTC-Ineris sur la pulvérisation des poudres, lors du congrès français sur les aérosols. Ses travaux ont porté sur les propriétés mécaniques de poudres non-cohésives et cohésives et l'impact sur la pulvérisation.

6 MARS



Contaminants émergents dans les eaux usées

L'Institut a organisé le colloque « *Prioritisation of Emerging Contaminants in Urban Wastewater* » dans le cadre du projet Aquality European Training Network et en collaboration avec le réseau Norman. Il se tenait à l'École polytechnique de Paris, comptant plus de 70 participants.

1^{er} AVRIL



Nomination à la présidence de la commission internationale IEC 120

Guy Marlair, responsable de programme de recherches et référent technique à la direction des risques accidentels de l'Ineris, a été nommé à la présidence de la commission internationale IEC 120, Electrical Energy Storage Systems (Systèmes de stockage d'énergie électrique) pour une durée de six ans.

2 AVRIL

Malveillance chimique / biologique : le conseil scientifique Biotox-Piratox se réunit à l'Ineris

Biotox-Piratox est un dispositif de lutte contre la menace biologique et chimique, organisé autour d'un réseau national de laboratoires analytiques. En tant que membre, l'Ineris a accueilli la réunion mensuelle du conseil scientifique et a fait visiter ses installations.

24 MAI



Visite d'une délégation de la région Hauts-de-France

L'Ineris a reçu Guillaume Delbar, vice-président de la région Hauts-de-France et Nathalie Lebas, conseillère régionale Hauts-de-France pour leur présenter l'Institut et ses installations expérimentales.

RÉTRO-
SPECTIVE
2019

18 JUIN



Déploiement durable de la transition énergétique dans les territoires

L'Institut a organisé à Paris une journée technique « vers un déploiement propre et sûr de la transition énergétique dans les territoires », dans le but de sensibiliser à la sécurité des nouvelles formes d'énergie et de leur intégration combinée au sein des territoires à partir de témoignages d'experts des technologies et des risques.



27 JUIN

L'expertise de l'Ineris doublement reconnue lors du congrès annuel BioEM 2019

L'Ineris a été mis en lumière cette année avec l'élection de René De Seze à la présidence de BEMS, principale société scientifique internationale dans le domaine des effets sur la santé (risques et bénéfiques) des champs et ondes électromagnétiques, pour la période 2019-2020. Jasmina Wallace, doctorante à l'Ineris, a remporté le 2nd prix poster.

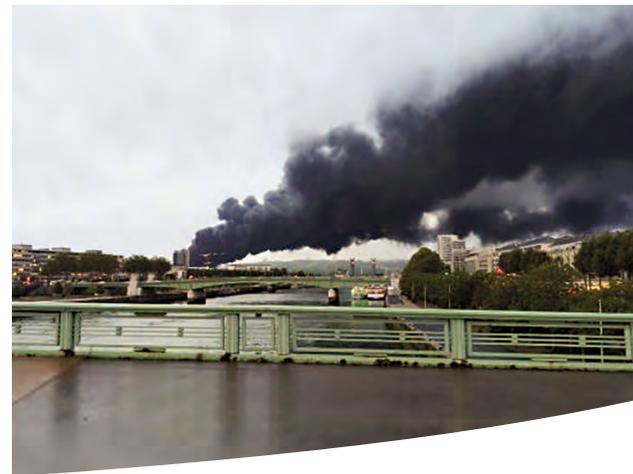
9-13 SEPTEMBRE

Réunion annuelle de l'EMEP

Les experts de la pollution atmosphérique transfrontière se réunissent au siège des Nations unies à Genève. Laurence Rouil, responsable du pôle Modélisation environnementale et décision de l'Ineris, préside les travaux du programme concerté de surveillance et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe (EMEP). Augustin Colette et Alice James, également experts de l'Institut, président respectivement la *task force* sur la mesure et la modélisation d'EMEP, et le programme de coopération internationale sur la modélisation et la cartographie du groupe de travail sur les effets de la pollution.



26 SEPTEMBRE



Incendie de Lubrizol

L'Ineris est intervenu en appui technique des services de l'État pour la gestion de l'accident survenu sur le site de Lubrizol à Rouen (cf. p. 32).

Retour sur les faits marquants de l'année

25 OCTOBRE

UMR-I Sebio: signature d'une nouvelle convention

Les trois organismes de tutelle de l'unité mixte de recherche Sebio « Stress environnementaux et biosurveillance des milieux aquatiques », représentés par le président de l'université du Havre-Normandie, le vice-président recherche de l'université de Reims Champagne Ardenne et le directeur général de l'Ineris, ont signé au siège de l'Ineris une nouvelle convention afin de renouveler l'unité mixte pour une durée de cinq ans.



4 NOVEMBRE



Deux administrateurs du Sénat à l'Ineris

L'Ineris recevait messieurs Pierre Médevielle, sénateur de la Haute-Garonne, rapporteur au Sénat sur les crédits « Prévention des risques », et Jean-Michel Houlligate, sénateur de la Manche, rapporteur « Recherche en matière de développement durable », pour échanger en particulier sur les liens entre la recherche et l'expertise.

7 NOVEMBRE



Audition de l'Ineris à l'Assemblée nationale

Dans le cadre de la mission d'information sur l'incendie du site industriel de Lubrizol survenu à Rouen le 26 septembre 2019, Raymond Cointe et Bernard Piquette ont été auditionnés par l'Assemblée nationale sur l'intervention de l'Institut.

RÉTRO- SPECTIVE 2019

7 NOVEMBRE



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

L'Ineris et le BRGM, en concertation avec le ministère de la Transition écologique et solidaire, organisaient une journée technique d'information et de retour d'expérience sur la gestion des sites et sols pollués. Cette journée constitue un moment privilégié d'information pour un large public technique, sur les dernières avancées de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués.



14 NOVEMBRE

Collaboration avec le Cerea

L'Ineris et le Cerea ont organisé une journée d'inauguration et de présentation de SSH-aerosol, une nouvelle génération de modèles de formation des particules atmosphériques.

26 NOVEMBRE

Audition de l'Ineris au Sénat

Raymond Cointe, directeur général de l'Institut, a été auditionné sur l'incendie Lubrizol dans le cadre de la commission d'enquête du Sénat sur l'incendie.

12-13 NOVEMBRE

Journées techniques sur les moyens d'observation par drone

Le Cerema et la direction de la recherche et de l'innovation du Commissariat général au développement durable organisaient des journées dédiées à l'usage des drones, dans le but de partager des retours d'expérience. L'Institut y présentait ses outils et travaux dans les domaines de l'industrie, de la sécurité des cavités, carrières et entreposages souterrains et des zones Atex.

27-28 NOVEMBRE



Colloque de la Société francophone de santé et environnement (SFSE)

L'Ineris a coorganisé le congrès dont le thème était cette année « Les inégalités socio-environnementales de santé – pour une approche interdisciplinaire ».

Une organisation au service de la performance

L'Ineris se structure autour de huit directions, sous la direction de Raymond Cointe, son directeur général. Son conseil d'administration est constitué de représentants de l'État, de personnalités des secteurs économiques concernés par l'action de l'Institut, de personnalités qualifiées et de représentants du personnel.

CONSEIL D'ADMINISTRATION (janvier 2020)

PRÉSIDENT

Alain Dorison

VICE-PRÉSIDENTE

Manoëlle Martin

COMMISSAIRE DU GOUVERNEMENT

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

PERSONNALITÉS PRÉSENTES DE DROIT

- Cédric Bourillet, commissaire du Gouvernement, directeur général de la prévention des risques, ministère chargé de l'environnement
- Raymond Cointe, directeur général de l'Ineris
- Olivier Picart, agent comptable de l'Ineris
- Philippe Debet, contrôleur budgétaire, ministère chargé de l'économie et des finances

ADMINISTRATEURS

Représentants de l'État

(autres que le président)

- Delphine Ruel, ministère chargé de l'environnement
- Martin Chaslus, ministère chargé de la sécurité civile
- Frédéric Tézé, ministère chargé du travail
- Claire Sallenave, ministère chargé des transports
- Xavier Montagne, ministère chargé de la recherche
- Caroline Paul, ministère chargé de la santé

COMITÉ DE DIRECTION (janvier 2020)

En bas, de g. à d.: Raymond Cointe, directeur général; Armelle Delecluse, secrétaire générale
En haut, de g. à d.: Yann Macé, directeur général adjoint en charge des affaires financières et juridiques, des achats et de l'informatique; Bernard Piquette, directeur des risques accidentels; Philippe Hubert, directeur des risques chroniques; Hafid Baroudi, directeur des services aux entreprises et de la certification; Mehdi Ghoreychi, directeur scientifique; Pascal Bigarre, directeur des risques du sol et du sous-sol



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

- Benoit Bied-Charreton, ingénieur civil des Mines
- Isabelle Moretti, chercheur associé à E2S UPPA, membre de l'Académie des technologies
- Philippe Prudhon, directeur des affaires techniques de l'Union des industries chimiques
- Céline Tiberghien, géologue à Solvay SA
- Claire Tutenuit, délégué général de l'Association française des entreprises pour l'environnement

Personnalités qualifiées

(autres que la vice-présidente)

- Marianick Cavallini-Lambert, Familles rurales
- Daniel Vigier, France nature environnement

Représentants du personnel

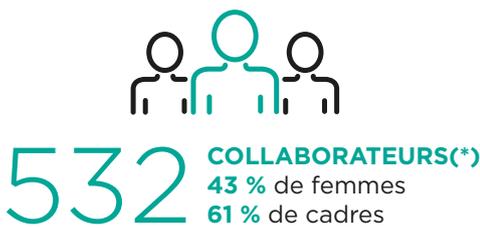
- Céline Boudet-Devidal
- Isabelle Couture
- Stéphane Duplantier
- Rodolphe Gaucher
- Didier Jamois
- Reine Landa
- Martine Ramel
- Benoît Tribouilloy

RESSOURCES HUMAINES

Le capital humain, une ressource à cultiver

Rattachée au secrétariat général, la direction des ressources humaines veille à mettre en adéquation le capital humain et les objectifs de l'Institut. Gestion des emplois, accueil des personnels, développement professionnel, rémunération, dialogue social... toutes ses actions sont tournées vers la valorisation des talents, le développement des compétences et l'entretien d'un climat de travail agréable, efficace et motivant.

EFFECTIFS AU 31 DÉCEMBRE 2019



FORMATION

BUDGET 2019

1177 713€



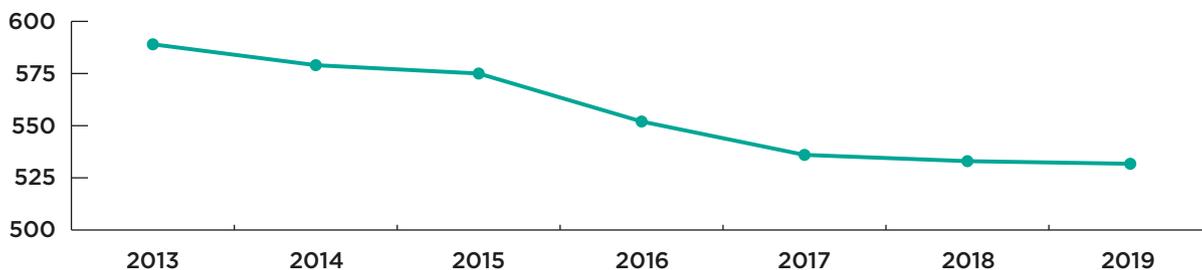
soit **4,32%**
de la masse salariale



RÉPARTITION DES EFFECTIFS PAR SITE

VERNEUIL	NANCY	AIX	LYON	BOURGES	GÉODERIS
487	20	6	3	6	10 (mis à disposition sur les sites de Metz et Alès)

ÉVOLUTION DEPUIS 2013



(*) Présents au 31/12/2019, hors doctorants et contrats aidés (apprentis, contrats de professionnalisation, contrats avenir).

Une contribution importante à l'effort de redressement des comptes publics

Les tableaux ci-dessous résument l'évolution du compte de résultat et du bilan sur l'exercice 2019 (en k€ hors taxes), pour l'Ineris en tant qu'Épic, sans prendre en compte les filiales.

COMPTE DE RÉSULTAT SIMPLIFIÉ INERIS ÉPIC

RECETTES	2016	2017	2018	2019
Prestations aux entreprises et guichet unique	17 264	16 952	16 293	16 553
État et régions	43 640	42 783	44 931	43 194
<i>dont programme 190</i>	6 087	6 188	6 288	6 288
<i>dont contrats</i>	7 074	7 086	8 193	6 434
Union européenne	2 143	2 021	2 046	1 984
Autres produits (*)	11 439	11 093	9 878	11 203
<i>dont reprise de provisions</i>	1 581	1 443	234	958
Total produits d'exploitation	74 485	72 849	73 148	72 934
Produits financiers	2	2	5	2
Produits exceptionnels	0	0	0	0
TOTAL	74 487	72 851	73 152	72 936
RÉSULTAT	137	141	678	-6 929

DÉPENSES	2016	2017	2018	2019
Achats et charges externes	21 067	20 984	19 574	19 585
Impôts et taxes	2 832	2 790	2 804	3 545
Charges de personnel	41 001	39 524	40 126	39 094
Charges d'amortissement et provisions (**)	9 449	9 411	9 969	17 635
Charges financières	1	1	2	6
Charges exceptionnelles	0	0	0	0
TOTAL	74 350	72 710	72 475	79 865

(*) Hors guichet unique. (**) Une provision de 8,5 M€ a été inscrite en lien avec la taxe sur les salaires.

BILAN SIMPLIFIÉ INERIS ÉPIC

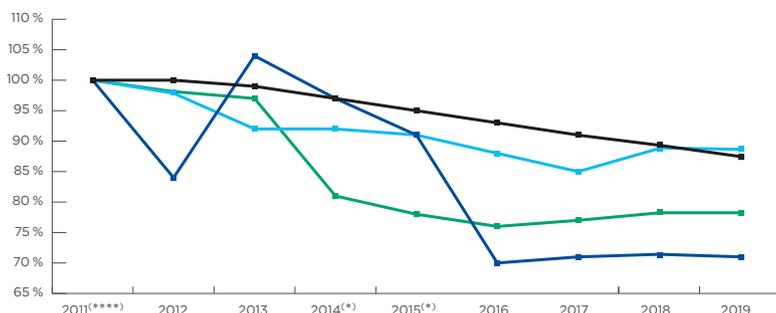
ACTIF	2016	2017	2018	2019
Actifs incorporels	1 646	1 425	1 787	1 953
Actifs corporels	73 128	70 926	65 778	60 111
Actifs financiers	478	329	321	322
Stocks et en-cours	1 957	1 991	2 276	2 038
Créances	29 917	31 601	31 459	35 011
Disponibilités	13 462	11 072	13 234	14 546
Charges const. d'avance	155	95	101	545
TOTAL	120 744	117 440	114 957	114 525

PASSIF	2016	2017	2018	2019
Capitaux propres	90 432	85 271	81 016	71 312
<i>dont résultat (***)</i>	137	141	678	-6 929
Provisions pour charges	4 098	3 781	5 411	13 797
Dettes financières	151	151	151	151
Dettes d'exploitation	20 870	17 271	17 489	17 387
Dettes diverses	3 289	6 552	5 871	8 025
Produits const. d'avance	1 904	4 414	5 017	3 853
TOTAL	120 744	117 440	114 957	114 525

(***) Une provision de 8,5 M€ a été inscrite en lien avec la taxe sur les salaires.

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 8,1 M€ en 2011, 1 M€ en 2014 et 6 M€ en 2015.

Un engagement exemplaire et durable

À l'échelle de l'ensemble de ses collaborateurs, l'Ineris agit et s'engage de façon responsable et exemplaire en faveur d'un environnement préservé, d'une gestion durable des ressources et de la qualité de vie au travail.

106 g de CO₂/km émis en moyenne par la flotte automobile

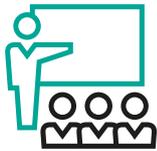


5 véhicules électriques ou hybrides dans le parc



6 bornes de recharge pour véhicules électriques mises à disposition du personnel comme des visiteurs sur le site de Verneuil-en-Halatte

9 collèges et lycées locaux ont perçu une part de notre taxe d'apprentissage



203k€ consacrés au financement des navettes de transport, de la crèche et de la conciergerie



100% de produits écologiques pour le nettoyage des locaux



41% des marchés intègrent des critères de développement durable, avec des clauses sociales pour 63% d'entre eux



128 844 €^{HT} d'achats de prestations à des établissements et services d'aide par le travail (ESAT) locaux

Garantir le respect de la déontologie

L'Ineris a mis en place une charte de déontologie qui définit les principes qu'il entend respecter dans l'exercice de ses missions. Un nouveau membre a été nommé le 18 novembre 2019 au sein du comité de suivi de cette charte, à la suite de la démission de Solène Démonet. Il s'agit de Marion Fourtune, directrice de l'association départementale de protection de la nature et de l'environnement Nature 18.

Évolution des conditions de travail: une démarche collective

L'Ineris a signé trois accords d'entreprise en 2019, étendant ainsi les précédents accords. L'un est relatif à la négociation annuelle obligatoire, l'autre au don de jours de repos au bénéfice d'un autre salarié, ainsi que deux avenants aux accords sur la réduction du temps de travail et la mise en place d'un plan d'épargne retraite collectif (« PERCO »).

L'accord relatif au télétravail est entré en vigueur au 1^{er} juin 2019. Le nouveau dispositif pérennisé pour une durée de cinq ans, a été mis en place après une phase d'expérimentation de deux ans.

Par ailleurs, afin d'évaluer et de prévenir les risques psychosociaux, l'Institut a réalisé une enquête auprès des salariés.

Mobilité:

une implication et une responsabilité quotidiennes

Dans un contexte d'évolutions réglementaires, l'Ineris poursuit son engagement afin d'optimiser les déplacements liés à son activité et d'en limiter l'impact environnemental. La mise à jour de son plan de mobilité est en cours. Celui-ci comporte trois objectifs :

- réduire les émissions de CO₂ dues au transport des salariés;
- diminuer l'utilisation des espaces publics;
- promouvoir l'utilisation du vélo ou des transports en commun sur les trajets domicile-travail ou pour les déplacements professionnels.

L'enquête réalisée cet été auprès des salariés permettra de mieux connaître leurs pratiques quotidiennes. Une action a été également organisée sur le site de Verneuil pour les informer sur les nouveaux modes de déplacements dans la région et l'écoconduite.

Amélioration continue de la qualité: un engagement reconnu

L'Ineris a obtenu en 2019, le renouvellement de ses accréditations ISO 17025 et ISO 17043, pour une durée de cinq ans, sur les domaines identifiés dans les portées d'accréditation n° 1-0157 / 2-1251 et 1-2291 ainsi que le maintien de ses reconnaissances en ISO 9001 et ISO 17065.

Un fort engagement des parties prenantes dans l'évolution des activités de l'Institut

En 2019, l'Ineris a impliqué les parties prenantes dans la formalisation de sa politique d'ouverture à la société et dans son exercice de revue d'activités. La commission d'orientation de la recherche et de l'expertise (Core) a ainsi participé à la réflexion sur les activités clés de l'Institut et contribué aux échanges sur l'évolution des programmes d'appui à l'administration.

L'Ineris s'est doté d'un document interne de référence définissant sa démarche d'ouverture à la société, qu'elle a soumis à l'avis de la Core. À cette occasion, la commission a souligné le rôle majeur que l'Ineris a à jouer dans la pédagogie des risques et de leur évaluation

scientifique, ainsi que dans le décryptage des enjeux qui en découlent.

Une contribution majeure de la Core sur la revue des activités

Cette année, la Core a été invitée à participer à la réflexion sur la revue des activités de l'Ineris.

Ces travaux ont été menés dans le cadre du séminaire des orientations scientifiques et techniques qui a réuni le 16 mai l'Ineris, les représentants de sa tutelle et l'ensemble de ses instances de gouvernance (conseil d'administration, conseil scientifique, commissions scientifiques spécialisées, comité de déontologie). La commission a pu exprimer sa position et ses attentes lors du débat en séance plénière et échanger dans le cadre des ateliers. La Core a notamment insisté sur l'importance de conserver le modèle du « trépied » (recherche / appui à l'administration / prestations commerciales) qui fait l'originalité de l'Institut, en s'attachant en particulier à consolider le continuum « recherche-expertise ».

Dans la continuité du séminaire, la Core a donné son avis sur les orientations des programmes d'appui 2020, qui rendent concrètes les premières inflexions issues de la revue des activités. La commission a pointé l'enjeu, pour l'Institut, de réaliser une analyse approfondie des risques et opportunités à faire évoluer chacune des activités, en alertant l'État sur les risques de perte d'expertise publique dans certains domaines. À ce titre, la Core a déploré que l'Ineris ne puisse se référer à une cartographie des acteurs de l'expertise publique sur le territoire national, afin de définir son nouveau positionnement stratégique.

Le regard des parties prenantes sur les activités de veille stratégique

L'Ineris développe, depuis fin 2015, une activité de veille sur des sujets prospectifs, afin de mieux anticiper les risques environnementaux émergents. L'Ineris a ainsi exploré le sujet des « risques biologiques liés au déploiement de l'usine du futur », dans l'optique d'évaluer l'intérêt de s'y investir. Le rapport, qui fait un état des lieux des biotechnologies aujourd'hui et de leurs enjeux de risque, a été soumis à la « relecture



Réunion de la Core - 7 novembre 2019

Les avis de la Core en 2019

- La revue des activités de l'Ineris dans le cadre du séminaire des orientations scientifiques et techniques
- Les orientations des programmes d'appui à l'administration pour 2020 et le repositionnement de l'Institut à l'issue de la revue des activités
- La politique interne de l'Institut en matière d'ouverture à la société
- Le positionnement de l'Institut sur les nouveaux outils de mesure de la qualité de l'air
- Le rôle de l'Institut au sein du réseau de surveillance prospective de la qualité des milieux aquatiques
- La mise en œuvre de la veille prospective à l'Institut concernant les enjeux liés aux risques biologiques et microbiologiques dans l'usine du futur
- Les pistes d'évolution du portail sur les substances chimiques

sociétale » de la Core, qui a confirmé l'intérêt pour l'Ineris de déployer une démarche de veille sur les sujets prospectifs. La commission a souligné la pertinence d'une implication de l'Ineris pour accompagner les acteurs du risque chimique dans l'appréhension des spécificités du risque biologique, et proposé des pistes d'action pour valoriser l'étude.

Donner des clés de lecture sur les substances chimiques

En termes d'échanges avec les parties prenantes, l'année 2019 a été placée sous le signe des dangers et risques liés aux substances chimiques. L'Ineris a organisé une réunion débat avec les parties prenantes sur le thème « Exposome et évaluation de risques : décryptage », qui a réuni une quinzaine de participants le 3 octobre. Cette réunion visait à échanger sur la définition du concept

d'exposome et les enjeux que cela entraîne en termes d'expertise et de recherche pour l'Institut.

La Core a émis des recommandations sur le rôle de l'Institut en situations d'urgence liées au risque industriel, en estimant que l'Ineris a *de facto* une position de leader en matière d'appui technique. Encouragé par la commission, l'Institut a élaboré et mis en ligne sur son site web un dossier thématique sur son rôle dans le cadre de l'incendie du site de Lubrizol à Rouen (Seine-Maritime). Ce dossier se veut didactique sur les compétences de l'Institut mobilisées dans une situation accidentelle de ce type, mettant en jeu des substances chimiques.

L'Ineris mène actuellement une réflexion sur la refonte du portail substances chimiques dont il a la charge, et a recueilli l'avis de la Core sur l'utilité d'un tel portail et sur

« La Core s'interroge sur le décalage évident entre l'affirmation de la volonté du Gouvernement de prendre davantage en compte les problématiques de santé publique et environnementales, et cette réalité « comptable » qui entraîne des fragilités, voire des pertes de compétences, pour certaines perçues comme irréversibles. (...) Que sera l'Institut, en 2023 et à plus long terme, à l'issue de cette restructuration, après avoir perdu de l'ordre de 20 % de son effectif entre 2013 et 2023 ? Et plus encore, de quelles capacités disposera-t-il pour répondre aux sollicitations ? Comment, dans des situations d'urgence ou de crise, mais également sur des sujets sensibles et complexes, l'Institut, mais également le ministère chargé de l'environnement, pourront-ils apporter des réponses argumentées, sur la base de ce positionnement original et très crédible qui s'appuie tout à la fois sur l'expertise, le retour d'expérience et la recherche ? (...) Il serait utile, selon la Core, de regarder très attentivement quelles pourraient être les conséquences, à terme, pour l'Ineris, des contraintes d'effectifs annoncées et d'être capable, là où cela est nécessaire et indispensable, de les infléchir ! »

la pertinence de lui donner davantage d'envergure. La commission souscrit à la poursuite d'une stratégie de développement fondée sur des partenariats et a plaidé

pour la prise en compte d'un usage « sociétal » du portail, par des utilisateurs non experts.

La Core accueille deux nouveaux membres

Maxime Colin, juriste à FNE Ile-de-France, intègre le collège Associations, et Marine Tondelier, conseillère communautaire d'Hénin-Carvin et conseillère municipale d'Hénin-Beaumont, siège désormais au sein du collège Élus.

Personnalités de l'enseignement supérieur et de la recherche :

- Brice Laurent (MinesParisTech),
- Clément Mabi (Université de Technologie de Compiègne)

Industriels :

- Jean-François Lechaudel (Total),
- Henri Molleron (Colas),
- Sylvaine Ronga-Pezeret (EDF),
- Marie Zimmer (France Chimie)

Associations :

- Maxime Colin (FNE Ile-de-France),
- Francis Glemet (Coordination nationale médicale Santé

Environnement - CNMSE)

- Jean-Yves Leber (Écologie sans frontière - ESF),
- Vincent Perrot (Consommation logement cadre de vie - CLCV)

Syndicats :

- Gérald Hayotte (Confédération française démocratique du travail - CFDT)

Élus :

- René Drouin (ville de Moyeuville Grande),
- Irène Felix (conseil départemental du Cher/ville de Bourges),

- Michel Guilloux (ville de Feyzin),
- Marine Tondelier (communauté d'Hénin-Carvin/ville d'Hénin-Beaumont).

État :

- Sylvain Rotillon (ministère de la Transition écologique et solidaire/ Commissariat général au développement durable),
- Delphine Ruel (ministère de la Transition écologique et solidaire/ direction générale de la Prévention des risques).

Une expertise indépendante pour la prévention des risques

L'Ineris apporte une expertise forte et indépendante en appui aux politiques publiques de prévention des risques. Il alimente cette expertise en connaissances de pointe et de terrain, *via* ses activités de recherche et ses prestations de service à l'industrie.

Les travaux que l'Ineris conduit dans le cadre de l'appui aux pouvoirs publics sont subventionnés aux titres des programmes « prévention des risques » et « énergie, climat et après-mine » de la mission « écologie, développement et mobilité durables ». Leur contenu est cadré par le contrat d'objectifs et de performance et révisé annuellement. Afin de s'adapter aux contraintes qui s'imposent à lui en matière de subventions et d'emplois publics tout en s'assurant que ses activités correspondent aux attentes prioritaires des pouvoirs publics, des entreprises, mais aussi plus largement de l'ensemble des acteurs de la société, en France et en Europe, l'Ineris intègre une revue de ses missions et activités dans sa réflexion stratégique. Ce processus l'a conduit à se focaliser sur trois thématiques fortes :

- maîtriser les risques liés à la transition énergétique et à l'économie circulaire ;
- comprendre et maîtriser les risques à l'échelle d'un site industriel et d'un territoire ;
- caractériser les dangers des substances et leurs impacts sur l'homme et la biodiversité *via* l'air et l'eau.

Concevoir, réviser et mettre en œuvre les réglementations et les référentiels

L'expertise technique de l'Institut est fortement sollicitée pour concevoir ou réviser la réglementation française en matière de prévention des risques. Au niveau européen, ses experts contribuent aux travaux de l'Agence européenne des substances chimiques (ECHA) au sein des différents comités d'analyse socio-économique et d'évaluation des risques. Dans ce dernier comité, une experte de l'Ineris a notamment pris en charge en 2019 la rédaction des recommandations

CHIFFRES CLÉS 2019



sur la proposition de restriction des microplastiques à usages intentionnels (cf. p. 47).

L'Ineris œuvre également en amont, ou en complément du corpus réglementaire, pour construire des référentiels communs pour tous les acteurs de la prévention des risques. En 2019, il est ainsi intervenu dans de nombreux groupes ou commissions de normalisation français et internationaux.

Prévenir les risques et accompagner la gestion de crises

Pour accompagner la mise en œuvre des politiques publiques de prévention des risques, l'Ineris mène des actions d'information, *via* par exemple le site d'information relatif au droit de l'environnement « AIDA », et met à disposition des outils et des connaissances sur son portail Internet, le portail substances chimiques ou la plateforme Primarisk. Dans le cadre du Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air (LCSQA), ses services collectent, analysent

auprès des associations agréées de surveillance (Aasqa), et rapportent les données d'observation de la qualité de l'air à l'Agence européenne pour l'environnement.

Il réalise aussi de nombreux essais et études à son initiative ou dans le cadre de plans nationaux tels que le PNSE*, la SNPE**, ou Paprica***.

Enfin, l'Institut développe des systèmes d'information de surveillance et d'alerte sur la qualité de l'air (plateforme Prev'Air) et sur les risques géotechniques et géologiques (e.cenaris). Il intervient lors de crises, en appui aux services de l'État, à travers sa cellule d'appui aux situations d'urgences (Casu) opérationnelle 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7. En 2019, il a été fortement mobilisé lors des incendies de Notre-Dame de Paris et Lubrizol à Rouen (cf. pp. 32-33).

* Plan national santé environnement.

** Stratégie nationale sur les perturbateurs endocriniens.

*** Programme d'actions pour la prévention des risques liés aux cavités.

Nourrir l'expertise au service des pouvoirs publics et des entreprises

La recherche à l'Ineris vise à alimenter l'expertise que l'Institut met à disposition des pouvoirs publics et des entreprises dans le domaine de la prévention et la maîtrise des risques industriels et environnementaux. Les priorités de l'Institut sont détaillées dans le contrat d'objectifs et de performance (COP) et regroupées au sein de thèmes structurants.

La recherche représente environ 20 % de l'activité de l'Ineris. Elle est financée en partie par des subventions publiques, par les succès sur des appels à projets de recherche nationaux et européens ainsi que les contrats de recherche partenariale avec des entreprises.

Une recherche appuyée par un fort réseau de partenariats

Les partenariats noués par l'Institut en matière de recherche ont souvent une dimension européenne, comme en témoigne l'important taux de succès des participations à des projets de recherche européens (42 % de taux de succès en 2019, supérieur à l'objectif fixé de 25 % par le COP). L'Institut est également acteur de nombreux réseaux de partenaires au niveau national et régional, que ce soit avec des acteurs académiques, d'autres établissements publics ou des entreprises privées.

Il participe ainsi à trois alliances nationales de recherche (AllEnvi, Ancre et Aviesan) et à deux unités mixtes de recherche dans les domaines de la toxicologie prénatale (Peritox avec l'UPJV d'Amiens) et de l'écotoxicologie (Sebio avec les universités de Champagne-Ardenne et du Havre-Normandie.)

Une production scientifique soutenue

La recherche à l'Ineris s'appuie largement sur des plateformes d'essai, souvent à grande échelle, ainsi que sur une culture affirmée de l'expérimentation et de la modélisation numérique dans le but de mieux appréhender la survenue

et la complexité des phénomènes dangereux. L'Institut est par ailleurs très attentif à la production scientifique issue de cette activité. Le nombre d'articles publiés dans des revues à comités de lecture référencées dans la base *ISI Web of Science* s'élève à 97 en 2019 (identique à 2018). Ces publications sont pour la plupart associées à des travaux de thèses de doctorat. Fin 2019, 38 doctorats étaient en cours. Durant l'année, 13 thèses de doctorats et 2 habilitations à diriger des recherches ont été soutenues et 13 nouvelles thèses ont commencé.

... et régulièrement évaluée

Outre la validation des travaux par les pairs au travers du processus de publication, l'Institut s'appuie sur des instances de gouvernance scientifique qui l'accompagnent dans l'évaluation des équipes, des axes de recherche et des livrables développés. Le 16 mai 2019, le séminaire des orientations scientifique et technique réunissant l'ensemble des instances de gouvernance a ainsi porté sur la revue des missions et des activités de l'Institut avec son ministère de tutelle, en vue de la préparation du prochain contrat d'objectifs et de performance pour la période 2021-2025.

Au cours de leurs réunions semestrielles, le conseil scientifique et les trois commissions scientifiques spécialisées de l'Ineris se sont exprimés sur les travaux, projets et perspectives de recherche portés par les différents pôles des directions opérationnelles. Deux d'entre eux ont fait l'objet d'une évaluation particulière en 2019: le pôle Analyse et gestion intégrée des risques

de la direction des risques accidentels et la direction des risques du sol et du sous-sol.

Par ailleurs, l'Ineris a remis en octobre 2019 son rapport d'auto-évaluation au Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur, en vue de sa prochaine évaluation, prévue en mars 2020.

CHIFFRES CLÉS 2019

20,2% de l'activité de l'Institut consacrée à la **RECHERCHE**
(objectif COP : 20%)

42% de taux de succès aux **PROJETS EUROPÉENS**
(objectif COP : 25%)

70 projets soumis aux appels à **PROJETS DE RECHERCHE**
(49 nationaux et 21 européens)

97 publications dans des **REVUES SCIENTIFIQUES** référencées dans la base *ISI Web of Science*
(objectif COP : 95)

38 **DOCTORANTS**

18 titulaires d'une **HABILITATION À DIRIGER DES RECHERCHES**

Apporter aux entreprises des prestations à forte valeur ajoutée

L'Ineris met ses compétences scientifiques et techniques à disposition des entreprises et des collectivités pour les aider à prendre les décisions les plus appropriées à une amélioration de la sécurité environnementale.

Des secteurs diversifiés

L'activité commerciale de l'Institut a été stable en 2019. L'Ineris continue à recevoir une demande accrue des industriels, tous secteurs confondus. Les secteurs de l'énergie et de l'aéronautique restent en hausse. L'activité liée à la sécurité des batteries est en très forte croissance, conformément aux développements des nouvelles énergies et des besoins en technologies et moyens de stockage. Reconnu pour ses capacités expérimentales uniques et les conditions de sécurité de ses essais, l'Institut est régulièrement sollicité par des entreprises de toutes tailles, principalement dans les secteurs de l'énergie, de l'aéronautique, de l'automobile et des transports, mais aussi d'autres spécialités qui développent des matériaux et dispositifs rentrant dans la fabrication des batteries de stockage électrochimique. Dans le domaine « traitement de l'eau, environnement et déchets », l'activité

reste dominée par les prestations concernant l'hygiène professionnelle et les émissions pour le compte du SIAAP. L'Ineris a également mis au point, pour le Groupe Suez, une expérimentation spéciale pour évaluer les performances d'un dispositif à bases d'algues, pour l'abatement de polluants de l'air (cf. p. 41).

L'activité de certification est également stable, de l'ordre de 25 % de l'activité de prestations de l'Institut. Elle s'appuie sur 14 schémas de certification actifs et 18 accords internationaux dans le domaine de l'Atex. Les principaux développements en 2019 concernent l'extension de la certification volontaire des papiers sans phénols ajoutés (cf. p. 47), l'étude de faisabilité pour la certification des matériels et installations utilisant l'hydrogène comme énergie nouvelle et l'élargissement de la certification de compétences des personnes dans plusieurs domaines

comme l'Atex, la sécurité fonctionnelle des systèmes instrumentés implantés dans les installations classées.

L'activité à l'international en constante progression

L'activité à l'international a progressé en 2019 pour représenter 19,4 % de l'activité commerciale pour des tiers. Avec Ineris développement, les experts de l'Ineris ont poursuivi leur contribution au démonstrateur French City Brain, une plateforme numérique et IoT pour la transition énergétique des territoires déployée en Chine, dans le district de Dream Town, à Hangzhou. L'Ineris et Ineris développement ont également contribué fortement au projet conduit par Expertise France pour l'appui aux politiques publiques de nombreux pays de l'Afrique de l'Ouest, dans le domaine des risques chimiques et du transport de matières dangereuses.

Un formateur de référence dans le domaine de l'évaluation des risques

L'activité de la filiale Ineris formation a également poursuivi sa croissance en 2019, pour atteindre un chiffre d'affaires de l'ordre de plus de 1,20 M€ (hors activité pour le compte du Ministère). Outre les formations phares dans le domaine de l'Atex (inscrites au RNCP), des études de dangers et de l'évaluation des risques sanitaires qui continuent de se développer avec des sessions toujours plus remplies, de nouvelles formations ont rencontré un fort succès, comme celle relative à la surveillance des rejets et nuisances des installations classées.

CHIFFRES CLÉS 2019

25,7% de l'activité consacrés aux **PRESTATIONS AUX ENTREPRISES**, soit **18,1 M€** en 2019

94,8% de **SATISFACTION DES CLIENTS**

19,4% du chiffre d'affaires consacrés à l'**INTERNATIONAL**

88,3% de satisfaction relatif au **DÉLAI DE RÉALISATION** de la prestation

14 schémas de **CERTIFICATION RÉGLEMENTAIRES** et **VOLONTAIRES ACTIFS**

VEILLE

Identifier les risques émergents

La direction scientifique de l'Ineris met au service des experts et des parties prenantes de l'Institut ses travaux de veille sur les risques émergents susceptibles de représenter des enjeux importants dans les années à venir. Lancée en 2009, cette activité monte en puissance. En 2019, 7 thématiques ont ainsi été explorées.

La capacité d'identifier les bons sujets de recherche dépend de l'aptitude à anticiper les problématiques de demain afin de développer, dès l'amont, les connaissances qui seront nécessaires pour accompagner les décisions publiques lorsque ces dossiers deviendront prioritaires. Pour ce faire, l'Institut mène depuis plusieurs années une activité de veille visant à identifier les principales thématiques en émergence dans le domaine des risques environnementaux au sens large. Les sujets jugés prioritaires sont analysés de manière à discerner les lacunes et verrous scientifiques qu'il conviendrait d'investiguer pour pouvoir disposer de l'expertise requise le moment venu. L'activité de veille menée par l'Ineris comporte deux volets :

- **la veille prospective :**

l'Ineris analyse des documents de prospective sur une thématique donnée pour élaborer une cartographie de sujets émergents, puis organise des séminaires d'intelligence collective pour permettre aux experts de l'Institut d'identifier des sujets prioritaires ;

- **la veille thématique :**

l'Institut surveille l'actualité de thématiques ciblées, afin d'y détecter des informations qui permettront d'orienter les travaux de recherche, d'appui aux politiques publiques et d'expertise. Les informations sont diffusées sous la forme de bulletins périodiques et sur un portail de veille interne. En 2019, 7 thématiques ont été couvertes : nanomatériaux,

drones, nouveaux capteurs pour la surveillance de la qualité de l'air et de l'eau, stockage souterrain d'énergie et du CO₂, données scientifiques et techniques / intelligence artificielle, risques liés aux biotechnologies dans l'industrie du futur, et microplastiques. Elles ont donné lieu à l'édition de 28 bulletins d'information sur l'année.

CHIFFRES CLÉS 2019

7 THÉMATIQUES

contre 4 en 2017 et 1 en 2016

28 BULLETINS

contre 20 en 2017 et 6 en 2016

Identifier les risques des biotechnologies dans l'industrie du futur

En 2019, le projet de rapport sur les risques biologiques et microbiologiques en lien avec le déploiement des biotechnologies dans l'usine du futur, issu du premier cycle de veille prospective, a été soumis pour avis au conseil scientifique et à la commission d'orientation de la recherche et de l'expertise (Core) de l'Institut. Au regard de son expertise, l'Institut ne peut se positionner sur l'ensemble des sujets identifiés. En 2020, il choisira ceux dans lesquels s'investir pour accompagner, de manière sécurisée, le développement des biotechnologies de demain dans un environnement industriel.

 **Pour consulter le rapport :**
<http://bit.ly/396n9sr>

AllEnvi: quels scénarios possibles pour le futur ?

Pour faire avancer sa réflexion stratégique, l'Alliance nationale de recherche pour l'environnement (AllEnvi) a missionné en juin 2015 son groupe de travail transversal « prospective » afin d'identifier les grandes familles de scénarios décrites dans les études prospectives relatives à l'environnement depuis 2000.

L'Ineris a participé activement à ce travail de synthèse qui a mis en évidence onze voies sociétales et environnementales possibles, donnant lieu à une étude intitulée « *Multiple visions of the future and major environmental scenarios* »* publiée en avril 2019 dans la revue *Technological Forecasting & Social Change*.

L'Ineris a également contribué à l'élaboration du rapport d'étude « *La montée du niveau de la mer: conséquences et anticipations d'ici 2100, l'éclairage de la prospective* » publié en octobre 2019 dans lequel huit scénarios de futurs possibles sont envisagés selon les politiques d'adaptation et d'atténuation du changement climatique mises en œuvre.

 **Pour consulter le rapport :** <http://bit.ly/2UzM4kr>

* Lacroix C., Laurent L., De Menthière N., Schmitt B. *et al.*, 2019. Multiple visions of the future and major environmental scenarios. *Technological Forecasting & Social Change*. Volume 144, Juillet 2019, pp. 93-102.

MAÎTRISER LES RISQUES liés à la transition énergétique et à l'économie circulaire



Dans le contexte de la transition énergétique, l'Ineris accompagne le déploiement et la combinaison des systèmes énergétiques sur le territoire, à tous les stades de vie des technologies mises en œuvre. L'Institut évalue également les risques induits par les développements liés à l'économie circulaire et notamment les nouvelles filières de valorisation des déchets.

21

SÉCURITÉ DE LA PRODUCTION
ET DE L'UTILISATION DES ÉNERGIES NOUVELLES

22

SÉCURITÉ DES STOCKAGES ÉLECTROCHIMIQUES
ET DES STOCKAGES ET ENTREPOSAGES SOUTERRAINS

24

POST-EXPLOITATION DES MINES ET ÉNERGIES FOSSILES

25

ÉCONOMIE CIRCULAIRE

SÉCURITÉ DE LA PRODUCTION ET DE L'UTILISATION DES ÉNERGIES NOUVELLES

Hydrogène, éolien, biomasse... L'Ineris mène de nombreux travaux sur l'identification précoce et l'évaluation des risques liés au déploiement de ces nouvelles sources d'énergie.

■ STOCKAGE ET VALORISATION DE L'HYDROGÈNE

Les enjeux de sécurité liés à l'injection d'H₂ dans les réseaux de gaz naturel

La production d'hydrogène est une des voies privilégiées pour stocker et réutiliser les surplus d'électricité produits par les énergies renouvelables. L'une des voies de valorisation de l'hydrogène consiste à injecter dans les réseaux de gaz naturel. En 2019, l'Ineris a publié un rapport qui dresse un état des lieux général des enjeux de sécurité liés à ce procédé, avec un focus sur son impact potentiel sur la maîtrise des risques accidentels associés aux canalisations de transport et de distribution de gaz naturel.

 Pour consulter le rapport: <http://bit.ly/323XZbX>

■ BIOMASSE

Risque d'explosion dans des silos dômes de grande capacité

La société Albioma exploite dans les DROM des centrales thermiques fonctionnant au charbon et à la bagasse qui devraient, à terme, être alimentées en 100 % biomasse. L'Ineris l'accompagne pour plusieurs projets de conversion, dont la mission consiste notamment

à analyser les scénarios de formation d'atmosphère explosive dans des stockages de pellets de bois de grande capacité, à modéliser les distances d'effet associées au phénomène d'explosion grâce à un outil CFD et à proposer des mesures de réduction des risques.

■ CERTIFICATION

L'impact du Brexit sur les organismes européens

Avec la sortie du Royaume-Uni de l'Union européenne, nombre d'opérateurs économiques disposant de certificats émis par l'organisme notifié britannique pour des matériaux énergétiques se sont tournés vers d'autres organismes pour garantir la continuité de leur certification et l'accès de leurs produits au marché européen. L'Ineris a mis en place une procédure de transfert de certification, permettant ainsi à l'Institut de reprendre dans un délai contraint les certifications sans avoir à répéter l'intégralité de la procédure d'évaluation.

■ CERTIFICATION

Quel rôle dans le plan de déploiement de l'hydrogène?

L'hydrogène décarboné, produit par transformation d'électricité d'origine renouvelable, est appelé à jouer un rôle croissant dans la transition énergétique pour la mobilité, le stockage et le transfert d'énergie, l'industrie chimique et de transformation. Du fait de ses propriétés dangereuses, la sécurité des systèmes mis en œuvre pour ces applications (électrolyseurs, réservoirs, compresseurs, piles à combustibles) est essentielle. Le cadre réglementaire est complexe et la certification s'avère

aujourd'hui insuffisante. Ce constat a conduit le Plan national de déploiement de l'hydrogène à prévoir la création d'un centre international de qualification - certification de composants H₂ haute pression pour la mobilité routière, l'aéronautique, le maritime, le fluvial, et le ferroviaire. L'Ineris a été missionné dans ce cadre pour rédiger en 2020, avec le soutien de l'Ademe et de l'Afhyac, un guide répondant aux questions des fabricants, des utilisateurs des systèmes et du grand public.

■ TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ET RISQUES

Le cas des parcs éoliens en mer

Les énergies marines renouvelables, en particulier les parcs éoliens, représentent une composante majeure de la transition énergétique. Il convient cependant de disposer d'une méthode fiable pour évaluer leurs impacts cumulés sur les écosystèmes marins, et d'intégrer leurs risques dans une approche globale intégrant lutte contre le changement climatique et protection de l'environnement. C'est l'objet de l'étude confiée par le Ministère à l'Ineris dans le cadre du groupe

de travail ECUME. Les activités, les pressions et les impacts potentiels sur le milieu marin ont été identifiés puis hiérarchisés. Dans un second temps, des modèles d'évaluation d'impact et des indicateurs de risque seront développés, puis intégrés dans une vision globale afin d'évaluer l'impact cumulé d'un ensemble de projets éoliens conjugué aux autres pressions subies par le milieu marin (pêche, changement climatique...).

SÉCURITÉ DES STOCKAGES ÉLECTROCHIMIQUES ET DES STOCKAGES ET ENTREPOSAGES SOUTERRAINS

Batteries, géothermie, stockage d'hydrogène... Le développement de ces nouvelles technologies et énergies soulève de nombreuses interrogations en matière de sécurité. Pour y répondre, l'Ineris dispose d'une expertise unique ancrée sur l'expérience terrain, la modélisation numérique et l'observation instrumentale.

■ CAPTAGE, TRANSPORT ET STOCKAGE GÉOLOGIQUE DE CO₂

Vers de nouvelles normes

Créé en 2011, le comité technique 265 de l'ISO (organisation internationale de normalisation) rédige les normes et documents techniques internationaux concernant le captage, le transport et le stockage géologique du CO₂ afin de réduire les émissions atmosphériques anthropiques et de lutter contre le changement climatique.

En 2019, l'Ineris a contribué à la rédaction de trois nouveaux documents normatifs :

- un projet de norme ISO 27920 sur la quantification et la vérification des quantités de CO₂ stockées. Publication prévue début 2020 ;
- un projet de rapport technique TR 21921 sur la composition du CO₂ stocké. Publication prévue début 2020 ;
- un projet de rapport technique TR 27923 sur les aspects opérationnels des activités de captage, transport et stockage du CO₂. Publication actuellement prévue en 2021.

■ HYDROGÈNE

Simulation de fuite en stockage souterrain

L'Ineris contribue depuis 2016 au projet Rostock-H* porté par Air Liquide et qui vise à améliorer les connaissances sur les phénomènes en jeu dans le stockage d'hydrogène en cavités salines. Dans ce cadre, une simulation de fuite d'hydrogène (H₂) a été réalisée le 18 novembre 2019 sur le site de Catenoy (Oise) géré par l'Ineris. Cette expérience a pour but d'étudier les risques induits par une éventuelle fuite en provenance d'un stockage profond d'hydrogène, et de mettre en place un monitoring adapté.

Elle a consisté à injecter dans une nappe superficielle un volume d'eau connu saturé en hydrogène, avec un suivi des mesures jusqu'en janvier 2020. Afin de dimensionner cette expérimentation et de valider le protocole à déployer, une expérience comparable avait été réalisée en avril 2019 avec de l'hélium, un gaz neutre mais au comportement comparable à celui de l'hydrogène. Le retour d'expérience de cette injection d'hélium a fait l'objet d'un rapport qui décrit le protocole expérimental adopté, le matériel utilisé et la méthode de suivi des



zones saturée et non saturée. Il présente également les résultats obtenus, leur interprétation ainsi que des améliorations du protocole d'injection. Le retour d'expérience de l'injection d'hydrogène est en cours, notamment dans le cadre d'une thèse de doctorat réalisée avec l'université de Lorraine.

* Risques et opportunités du stockage géologique d'hydrogène en cavités salines en France et en Europe.

■ CONFÉRENCE INTERNATIONALE

Modélisations numériques en géoenvironnement et en géomécanique

Du 12 au 14 février 2019, une centaine de chercheurs et d'experts internationaux se sont retrouvés à Nancy dans le cadre de la conférence internationale Coggus^{2**}, organisée à l'initiative de l'Ineris, de l'unité mixte de recherche GeoRessources et de l'Andra. Ce congrès fut l'occasion de dresser un état des lieux des connaissances dans le domaine des modélisations numériques géoenvironnementales et géomécaniques et leurs applications aux ouvrages souterrains. Un événement majeur pour l'Institut qui développe des outils de modélisation pour évaluer les risques associés à la présence de cavités souterraines, d'anciennes mines et de stockages souterrains.

** Computational & Géo-environmental, Geomechanics for Underground and Subsurface Structures



■ GÉOTHERMIE PROFONDE

Mieux comprendre la sismicité induite

La géothermie profonde est une source d'énergie renouvelable et non intermittente qui peut contribuer à la transition vers un mix énergétique, moins carboné et moins émetteur de gaz à effets de serre. Si une faible part du potentiel géothermique mondial est aujourd'hui exploitée, de nombreux pays, dont la France, visent un développement accéléré de cette activité dans les prochaines décennies.

Comme toute activité industrielle, la géothermie profonde peut néanmoins s'accompagner de nuisances, impacts et risques pour les personnes et l'environnement. Parmi eux, la sismicité induite, dont l'origine est encore mal connue. Celle-ci peut se développer à des échelles et des magnitudes très différentes, depuis le microséisme, jusqu'au séisme perçu par l'homme en surface et susceptible de provoquer des dégâts matériels importants, conduisant

les autorités à interrompre les projets. Dans certains contextes se pose également la question de discriminer l'origine des événements sismiques, naturelle ou anthropique, ce qui reste à ce jour un problème complexe. Afin de mieux comprendre l'évolution de la sismicité générée lors de la stimulation et de l'exploitation d'un réservoir géothermique profond, l'Ineris a lancé en 2019, en partenariat avec l'École et observatoire des sciences de la terre (EOST),

une thèse dont l'objectif est de croiser l'analyse des chroniques sismologiques et de forçage (injection), ainsi que des éléments de géologie structurale. L'approche intégratrice sera basée sur des outils d'intelligence artificielle, avec une application sur le réservoir géothermique de Soultz-sous-Forêts (Alsace). Sa finalité sera d'évaluer le potentiel des technologies de type « deep learning » pour l'aide à la caractérisation et à la prédiction de la sismicité

induite en tant que moyen d'aide à la compréhension et à la gestion du réservoir et du risque sismique. Par ailleurs, l'Ineris a aussi conduit, à la demande de l'Institut Belge Vito, une expertise scientifique approfondie de données sismiques collectées dans le cadre du développement de la centrale géothermique de Balmatt en Flandre. Ce travail a aussi pour objectif d'établir des recommandations spécifiques pour une meilleure gestion du risque de sismicité induite.

■ SÉCURITÉ DES BATTERIES

Une nouvelle installation opérationnelle pour des essais à plus grande échelle

Arnaud Bordes, ingénieur, direction des risques accidentels

« Pour assurer la sécurité des systèmes comportant des batteries généralement au lithium-ion, des essais mécaniques, parfois abusifs, sont nécessaires tout au long de leur développement (design, intégration, homologation). Notre plateforme d'essais dédiée à la sécurité des batteries, Steve*, est équipée pour réaliser de nombreux essais, mais la presse existante ne convenait plus aux besoins grandissant du marché, en

termes d'énergie et de taille des batteries. Aussi, nous avons conçu un nouveau dispositif pour réaliser des essais d'écrasement à plus grande échelle avec une force pouvant aller jusqu'à 500 kN (typiquement sur des batteries de véhicule électrique). Ses caractéristiques techniques répondent aux besoins des fabricants de batteries et permettent de réaliser les essais requis par les principales normes. La vitesse de déplacement

du vérin (jusqu'à 10 cm/s) permet en outre de réaliser des essais de percement au clou normés, ou de simuler des impacts de cailloux sur la partie inférieure de batteries de voiture. Les tests peuvent également s'étendre au-delà du domaine des batteries et, bien que le dispositif n'ait pas été conçu dans cette optique, des essais de traction sont possibles. Implantée sur la plateforme incendie de l'Ineris sur le site de Verneuil-en-Halatte



dans l'Oise, la nouvelle presse permet ainsi de réaliser des essais uniques en Europe. »

*Stockage d'énergie électrochimique pour véhicules électriques

POST-EXPLOITATION DES MINES ET ÉNERGIES FOSSILES

Opérateur historique de la sécurité minière, l'Ineris dispose d'une expertise reconnue en matière de prévention des risques géotechniques liés à l'activité minière et aux carrières souterraines comme à ciel ouvert.

■ VALORISATION DES TERRILS MINIERS

Lancement du projet Sumad

Lancé en 2019, le projet européen Sumad (*Sustainable use of mining waste dump*) porte sur la valorisation des terrils issus de l'ancienne exploitation minière. L'objectif est de déterminer et d'évaluer des pistes de revalorisation de ces dépôts présents dans les régions minières. Un des axes étudiés portera en particulier sur leur utilisation pour l'installation de panneaux photovoltaïques et d'éoliennes. La contribution de l'Ineris consistera à étudier l'impact de l'installation de panneaux photovoltaïques et d'éoliennes sur la stabilité des terrils à l'aide de l'expertise technique et de la modélisation numérique. Le projet doit aboutir à l'élaboration d'un outil opérationnel d'évaluation des risques liés à la revalorisation des anciens dépôts miniers. Il regroupe dix partenaires européens issus de cinq pays (Pologne, Grèce, Tchéquie, France, Royaume-Uni).

■ APRÈS-MINES

Évaluer les risques liés à la fermeture de mines de charbon

Lancé en 2015 et achevé en 2019, le projet de recherche Merida regroupe des partenaires allemands, espagnols, français, tchèques, anglais et polonais pour le développement d'une méthodologie de gestion

des impacts et des risques environnementaux pendant et après la fermeture de mines de charbon.

Le but : produire un outil généralisable à tout type de sites, à destination des décideurs et des industriels

du secteur. Dans ce projet, l'Ineris a joué un rôle clé pour les investigations *in situ*, l'analyse des risques, et la modélisation, notamment concernant les éventuelles émissions de gaz depuis les anciens sites miniers (le grisou). À l'occasion de la réunion annuelle qui a rassemblé l'ensemble des partenaires les 10 et 11 janvier 2019, l'Institut a organisé une visite de la plateforme géotechnique qui lui permet d'évaluer la stabilité des ouvrages souterrains. Le rapport final sera disponible au premier semestre 2020.



 **Pour en savoir plus :**
www.meridaproject.com

■ GIP GEODERIS

Contribution à la prévention des risques liés à l'après-mine

En 2019, l'Institut s'est à nouveau mobilisé dans le cadre du GIP Geoderis, expert auprès des pouvoirs publics dans le domaine de la prévention des risques liés à l'après-mine. Sa mission a concerné l'analyse des aléas mouvements de terrain et des émissions de gaz de mine sur 14 sites à l'échelle du territoire. En 2019, l'Ineris a également finalisé 7 études portant sur l'évaluation du risque sanitaire et 3 nouveaux secteurs ont fait l'objet d'investigations sur le terrain. Ces travaux, dont certains concernent des

habitations situées sur des dépôts miniers, conduisent à des recommandations de mesures de gestion

appropriées: limitation des expositions, recouvrement de sols contaminés, réaménagements...



ÉCONOMIE CIRCULAIRE

La valorisation des déchets soulève des questionnements sur la maîtrise des risques tout au long du processus. L'Ineris accompagne les filières pour identifier les enjeux, concevoir des procédés innovants, mesurer la contamination dans les déchets et les produits résultants, évaluer les risques liés à cette contamination, définir les règles et les bonnes pratiques associées.

■ DÉCHETS D'ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES ET ÉLECTRONIQUES (DEEE)

Analyse des teneurs en brome et composés bromés

L'Ineris a réalisé une campagne de caractérisation de la concentration en brome et en retardateurs de flamme bromés (RFB) des flux en entrée et sortie de trois installations de tri de plastiques provenant du traitement de DEEE. Les premiers résultats montrent qu'une part importante des particules de plastique (résultant du broyage des DEEE) ne contiendraient pas de brome et que seules quelques particules (5 à 7 % pour les flux entrants) avec une concentration élevée en brome influenceraient fortement la concentration moyenne. Cette concentration moyenne a pu être déterminée avec un niveau de confiance raisonnable, un constat qui confirme la pertinence du tri densimétrique des plastiques provenant du traitement des DEEE mis en œuvre sur les sites pour réduire la concentration en brome et en RFB réglementés dans les flux destinés à la valorisation. Le futur rapport de synthèse détaillera l'ensemble des résultats de concentrations obtenus sur chaque site, en considérant d'une part les échantillons moyens de déchets triés et d'autre part les particules de plastiques qui les constituent.

■ POLLUANTS ORGANIQUES PERSISTANTS (POP)

Revue bibliographique des concentrations de POP dans les plastiques

L'Ineris a réalisé un travail bibliographique sur certaines substances réglementées et des éléments présents dans les plastiques de construction, d'équipements textiles et d'ameublement, et de polystyrène d'emballage non alimentaire. Le rapport présente plus de 2600 données publiées sur les concentrations de retardateurs de flamme bromés (RFB), parmi lesquelles des polluants

organiques persistants (POP). Ce panorama montre l'intérêt d'approfondir la connaissance de la teneur en RFB dans ces catégories de plastiques au niveau national. En effet, les concentrations publiées correspondent pour la majorité à des déchets étudiés hors Union européenne et sont supérieures aux valeurs réglementaires applicables dans l'Union européenne.

■ TECHNOLOGIES SOLAIRES

Vers une nouvelle génération de cellules photovoltaïques

Le projet européen CHEOPS (2016-2019) portait sur le développement de technologies photovoltaïques s'appuyant sur les perovskites, matériaux émergents pour des procédés de fabrication simples à faible coût et des rendements de conversion d'énergie élevés. Au-delà des défis technologiques, la présence de plomb interroge sur les impacts sanitaires et environnementaux. L'Ineris a coordonné les travaux sur cette thématique et réalisé une analyse socio-économique adossée à une analyse de cycle de vie.

 **Pour consulter le rapport:** <http://bit.ly/2HKfY3X>

■ MÉTHANISATION AGRICOLE

Mieux évaluer les pertes de méthane pour mieux les réduire

Le projet MethanEmis porté par l'Ineris et cofinancé par l'Ademe vise à appréhender les niveaux réels d'émission de méthane d'installations de méthanisation agricole en vue de cibler les mesures de prévention et de réduction à prioriser. Pour suivre les émissions, trois installations françaises agricoles ont été sélectionnées. Un premier site a fait l'objet d'investigations en 2019, qui ont été l'occasion de développer et de valider des approches innovantes de caractérisation des émissions diffuses couplant mesures, exploitations statistiques et modélisation. Les campagnes de mesures se poursuivent sur les autres installations.

■ RECYCLAGE DE MATÉRIAUX

Quid des phtalates dans les recyclats de PVC?

Le recyclage présente des avantages environnementaux mais aussi des risques liés à la présence prolongée de certains produits chimiques dangereux dans les circuits économiques. En 2019, le projet *Circular Flooring* visant des procédés d'élimination et transformation des phtalates dans les PVC a été accepté. Il utilisera le procédé CreaSolv® pour séparer certains plastifiants contenus dans le PVC pour les transformer par une réaction d'hydrogénation en plastifiants moins dangereux pour l'environnement et la santé humaine. L'Ineris conduira une analyse socio-économique pour comparer les coûts et les bénéfices entre un procédé de recyclage conventionnel du PVC et le procédé CreaSolv®.

 **Pour en savoir plus:** www.circular-flooring.eu

COMPRENDRE ET MAÎTRISER LES RISQUES

à l'échelle d'un site industriel et d'un territoire

Les risques, à l'échelle d'un site ou d'un territoire, peuvent être d'origines multiples et engendrer de graves conséquences sur les populations, les biens, les infrastructures et les écosystèmes. L'Ineris accompagne les décideurs dans la gestion de ces risques en matière de sécurité pour les installations industrielles en surface ou en souterrain et de santé-environnement.

27

SÉCURITÉ DES CARRIÈRES ET DES CAVITÉS

30

COMPRÉHENSION DES PHÉNOMÈNES D'EXPLOSION ET D'INCENDIE
ET ÉVALUATION DES CONSÉQUENCES

32

APPUI AUX SITUATIONS D'URGENCE

34

SÉCURITÉ ET SÛRETÉ DES SYSTÈMES INDUSTRIELS

■

FACTEURS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS

35

REJETS DES SYSTÈMES INDUSTRIELS

36

ÉVALUATION DES EXPOSITIONS ENVIRONNEMENTALES ET DES RISQUES SANITAIRES

SÉCURITÉ DES CARRIÈRES ET DES CAVITÉS

Le sous-sol français est traversé par un nombre considérable de cavités souterraines naturelles ou anthropiques : mines, carrières, ouvrages civils et militaires abandonnés, etc. Ces cavités sont à l'origine de différents aléas de mouvements de terrains tels que les effondrements localisés et les affaissements. Améliorer la connaissance sur les mécanismes qui participent aux mouvements de terrain représente un enjeu majeur pour mieux gérer les risques à l'échelle du territoire. L'expertise reconnue de l'Ineris a conduit les pouvoirs publics à le désigner, en 2019, opérateur national de référence pour la gestion du risque cavités.

■ CARRIÈRE ROYER (CHÂTEAU-LANDON, 77)

Un observatoire pour le risque cavité en zone inondable

En 2019, l'Ineris, en partenariat avec le Cerema Ile-de-France, a mis en place un projet d'observatoire scientifique sur la carrière souterraine de craie Royer. Le projet fait suite aux études menées en 2017 et 2018 sur les mouvements de terrains et désordres observés sur ce site en période de crue et les similitudes de configuration supposées avec la carrière de Beaulieu effondrée en 1910 et située à 500 m de Royer. Le projet a débuté par la numérisation des cavités et des indices de failles dans la carrière Royer par scanner laser 3D, couplée avec le modèle numérique de terrain du secteur de Mocpoix (Château-Landon). Des hypothèses sur le passage

d'exploitation et les côtes des couches géologiques ont permis de finaliser une représentation virtuelle cohérente de l'ensemble de la carrière souterraine. Une modélisation géomécanique a ainsi pu être développée, permettant d'identifier trois zones potentiellement instables à instrumenter. L'objectif est de suivre les variations du niveau de la nappe, du taux d'humidité dans la craie et dans l'air et de les relier aux données géotechniques acquises pour mieux comprendre les liens et interactions entre ces différentes mesures. En 2019, le dispositif d'observation a été mis en place pour une durée minimale de quatre ans. Les données acquises



vont être gérées au travers de l'infrastructure e.cenaris*, permettant ainsi de garantir le partage des données aux scientifiques impliqués. Au terme de cette période d'observation, un premier bilan sur l'évolution des données acquises et

les enseignements tirés permettra de décider de l'intérêt de poursuivre l'étude au-delà.

*e.cenaris, infrastructure de l'Ineris dédiée à l'observation et à la surveillance des risques du sol et du sous-sol.

📄 **Pour consulter la page :** <http://bit.ly/31kOepa>

■ PROJET GRAND PARIS EXPRESS

Bilan des actions menées depuis 2016

Dans le cadre du projet de réseau de transport public Grand Paris Express, l'Ineris et le Cerema mènent depuis 2016 un programme de travaux de recherche pour la Société du Grand Paris. Les premiers résultats portant sur la compréhension des mécanismes de dissolution du gypse dans la Plaine de France ont fait l'objet d'une synthèse en 2019. La Plaine de France a été choisie

comme zone d'étude car elle constitue un secteur géographique cohérent sur le plan hydrogéologique et est le lieu de construction de la future ligne 16 du Grand Paris Express. En outre, elle concentre de nombreux désordres liés à la dissolution du gypse, ce qui n'est pas le cas de tous les secteurs d'Ile-de-France où le gypse est présent dans le sous-sol. Les travaux réalisés ont montré

que la zone de Sevran (93) présente des accumulations de gypse significatives dans sa partie sud, ce qui ne semble pas être le cas dans la partie nord. Les investigations *in situ* réalisées afin de caractériser les mécanismes de dissolution, montrent que la vitesse des phénomènes de dissolution naturels actuellement en cours doit être relativisée. Néanmoins, une mise en contact d'un

débit d'eau sous-saturée avec des niveaux gypseux est susceptible de conduire à des processus de dissolution très intenses avec des évolutions rapides des zones dissoutes. L'Ineris précise que le délai de survenue de possibles mouvements de terrain dans ces zones dissoutes reste à étudier, leur stabilité géotechnique étant très sensible aux variations de charges hydrauliques.

■ VERSANTS ROCHEUX SOUS-CAVÉS

Journée technique à Tours

À l'occasion de la parution du guide relatif à l'analyse et la gestion des aléas mouvements de terrains liés aux versants rocheux sous-cavés, l'Institut a organisé en octobre 2019 une journée technique spécifique réunissant 70 participants : des experts français, des bureaux d'études amenés à

réaliser des études d'aléas de versants rocheux sous-cavés, ainsi que des services de l'État et des collectivités intéressés par cette thématique.

La journée a commencé par une présentation du guide, suivie de plusieurs travaux de recherche et analyse de cas spécifiques. L'après-

midi a été consacrée à la visite d'un site de versants rocheux sous-cavés ayant subi plusieurs effondrements. Les difficultés rencontrées, les solutions techniques apportées et la gestion du risque par la collectivité ont ainsi pu être abordées.

 Pour consulter le guide : <http://bit.ly/2XEEo2h>

■ INSPECTION PAR DRONE

Les galeries souterraines d'une grande maison de champagne auscultées

Jean-Marie Davesne, ingénieur à la direction des risques du sol et du sous-sol

« Nous avons fait l'acquisition d'un drone aérien en 2019. L'intérêt d'utiliser un tel équipement est double : d'une part, améliorer la qualité des diagnostics/expertises pour des inspections des cavités dangereuses ou de grande hauteur, tout en réduisant les temps d'intervention en souterrain, et, d'autre part, de mener des inspections vidéo préalables de sites souterrains mal connus ou dangereux avant intervention humaine. Le drone dont nous disposons est équipé d'une cage de protection et d'une caméra couleur, couvrant un angle vertical d'environ 215°, couplée à une caméra thermique basse résolution. Les deux filment simultanément. Ces caméras permettent en outre l'observation vers le haut, ce qui est déterminant pour nos missions. Dans le cadre du montage d'un

contrat-cadre d'audits géotechniques, un exploitant de caves de champagne a demandé à l'Ineris d'envisager l'utilisation de nouveaux moyens d'inspection des crayères de grande hauteur, autres que les observations en nacelle, sur cordes ou le recours au scanner 3D. Nous avons proposé d'utiliser le drone. Un test puis des inspections opérationnelles ont été réalisés avec succès notamment sur un réseau de galeries souterraines jamais investigué à ce jour, pour lequel une inspection en cordes était envisagée. L'inspection par drone a permis de prévisualiser le site afin d'identifier les moyens à mettre en œuvre, de quantifier l'extension maximale de la zone accessible et d'évaluer le nombre de points d'inspection nécessaires.



Des parties masquées ou difficilement accessibles du fait de leur très grande hauteur (plus de 25 m) ont ainsi pu être observées. De même certaines parties non visibles dans des zones d'ombre ont aussi pu être inspectées de manière précise et détaillée. Il s'agissait par exemple des contacts entre les maçonneries ou les dalles de fermeture et la craie en place au niveau

des sommets des crayères. Ces images ont permis d'identifier des fissures, des décollements, de visualiser l'état des blocs, des briques et des joints de maçonneries au sommet des crayères ou de localiser précisément des venues d'eau. Il a aussi été possible d'inspecter, à distance, l'intérieur de puits ou cheminées depuis le sol, ce qui n'était pas faisable auparavant. »

■ THÈSES SOUTENUES EN 2019

L'érosion interne des digues et ouvrages linéaires modélisée

Les barrages, les digues et les sols en général sont soumis à des écoulements hydrauliques évoluant dans le temps et dans l'espace. L'eau qui traverse ces milieux poreux peut provoquer le détachement et le transport de certaines particules des sols constituant les structures et leurs fondations. Ce phénomène dit « d'érosion interne » peut prendre plusieurs formes. Lorsqu'il se réfère au détachement et au transport de particules fines à travers une matrice de sol poreuse plus grossière en raison d'un écoulement hydraulique, on parle alors de « suffusion ». Au fil du temps, cette dernière peut modifier les propriétés hydrauliques et mécaniques des sols et entraîner des changements importants dans le comportement de telles structures, pouvant aller jusqu'à leur effondrement. L'étude de ce phénomène a fait l'objet d'une thèse soutenue par Jie Yang le 8 juillet 2019 à l'École centrale de Nantes. Le travail réalisé a consisté à développer un modèle numérique de suffusion en introduisant d'une part le couplage des phénomènes hydrauliques et mécaniques et d'autre part le couplage des phénomènes d'érosion et de filtration. L'objectif final est d'optimiser la conception et la durabilité des ouvrages en ingénierie géotechnique et hydraulique.

 Pour consulter la thèse : <http://bit.ly/2PFXFec>

De l'utilisation de géosynthétiques pour renforcer les remblais sur cavités

Les cavités souterraines sont à l'origine de différents aléas de mouvements de terrains (fontis et affaissements), qui peuvent être graves de conséquences pour les biens et les personnes. Pour réduire ces conséquences, un renforcement par géosynthétique des remblais sur cavités potentielles peut être mis en œuvre. Afin de mieux appréhender le comportement et les mécanismes d'effondrement des remblais renforcés par géosynthétique à la suite de l'ouverture d'une cavité sous-jacente, et d'en optimiser le dimensionnement, l'Ineris a lancé une thèse en partenariat avec le laboratoire 3SR (unité mixte de recherche 5521 associant l'université Grenoble Alpes, le CNRS et l'Institut national polytechnique de Grenoble).

 Pour consulter la thèse : <http://bit.ly/37WdcO5>

Elle a été soutenue par Mouhamad Hassoun le 20 février 2019 à l'Ineris. Différentes expérimentations sur des modèles physiques de laboratoire et en vraie grandeur ont été réalisées pour observer, analyser et quantifier le comportement de la nappe et du sol. Les résultats obtenus ont permis de préciser le rôle de renforcement par une nappe de géosynthétique dans le cas d'effondrement localisé. Une expérimentation en vraie grandeur a permis de valider l'intérêt sur les plans technique, économique et environnemental de cette solution de renforcement par géosynthétique des zones sujettes à des risques fontis. La contribution particulière de ce travail réside dans l'utilisation de modèles

physiques et de techniques de mesures originales pour simuler l'apparition d'une cavité et étudier de manière quantitative les mécanismes induits. Les résultats expérimentaux ont été comparés avec des modèles analytiques issus de méthodes de dimensionnement existant employés pour déterminer les caractéristiques de géosynthétique. Cette comparaison a permis aux chercheurs de mieux cerner la validité des méthodes actuelles de dimensionnement du renforcement géosynthétique et de formuler des recommandations opérationnelles pour l'améliorer.

■ EXPLOITATION KEM ONE

Modélisation de l'évolution des affaissements

La société KEM One exploite depuis 1970 par dissolution un gisement de sel à Vauvert (Gard). L'exploitation répartie sur plus de 100 hectares est constituée d'une quarantaine de cavités, localisées à très grandes profondeurs (plus de 2000 m). Dans le contexte de la prévention des risques vis-à-vis des enjeux en surface, KEM One a sollicité l'Ineris pour évaluer l'évolution spatio-temporelle des affaissements induite non seulement par la création des cavités mais également par les déformations différées inhérentes au fluage du sel. L'objectif est de déterminer l'amplitude des affaissements et des mises en pentes et de les comparer à des valeurs seuils définies par rapport à la nature des infrastructures et du bâti présents dans l'environnement de l'exploitation. L'Ineris a mis en œuvre une analyse des données issues du réseau de nivellement caractérisant la cuvette d'affaissement actuelle. Une analyse prédictive approfondie des mouvements de terrain sur le long terme a été menée par modélisations numériques. Elle a permis de quantifier l'évolution des cavités salines afin de déterminer les caractéristiques des affaissements dans le temps.

COMPRÉHENSION DES PHÉNOMÈNES D'EXPLOSION ET D'INCENDIE ET ÉVALUATION DES CONSÉQUENCES

**L'Ineris a pour mission de mieux comprendre les phénomènes dangereux (explosion, incendie, dispersion) pour en évaluer les conséquences et se prémunir de leurs effets.
L'Institut mène des études et recherches en s'appuyant sur une approche expérimentale et numérique.**



■ SÉCURITÉ INDUSTRIELLE

Deux bancs d'essais pour technologies émergentes

Dans le cadre du projet Cardice, l'Ineris a développé un dispositif expérimental original pour l'étude à l'échelle industrielle des fuites multiphasiques de CO₂ dans des conditions thermodynamiques rarement étudiées. Une sphère de stockage de 2 m³ refroidie jusqu'à -40 °C a été utilisée pour alimenter une fuite *via* une canalisation. Le dispositif a été équipé de moyens optiques pour visualiser l'ébullition du CO₂ dans

la sphère et les phases liquides et solides dans la canalisation. L'Institut contribue aussi au projet partenarial Sparcling dédié quant à lui à l'étude des fuites de gaz naturel liquéfié (GNL). Un dispositif complet permettant de caractériser très précisément un jet cryogénique de GNL (vitesse, concentration, température, composition chimique du GNL) a été développé dans ce cadre.

■ MODÉLISATION NUMÉRIQUE

De l'utilisation des codes SPH, CFD et EF

La modélisation numérique des phénomènes dangereux et de leur impact sur les structures a pour objectif de prédire leurs effets en prenant en compte le plus finement possible l'environnement dans lequel ces événements surviennent. Pour modéliser la migration de liquides ou de gaz dans des sols, les méthodes CFD (pour *Computational Fluid Dynamics*) traditionnelles sont inadéquates, en raison des déformations importantes que le sol peut subir sous les effets de la

pression dynamique et de l'érosion. En 2019, l'Ineris a conduit des travaux de recherche visant à utiliser une autre méthode, dite SPH (pour *Smoothed Particule Hydrodynamics*). Bien qu'encore en développement, celle-ci s'avère prometteuse. L'Ineris a également rédigé une première version d'une note de positionnement sur l'utilisation des codes CFD et EF (pour éléments finis), couramment utilisés dans de nombreux secteurs industriels en mécanique

des fluides, pour évaluer les conséquences des phénomènes dangereux sur les personnes et les structures. La note synthétise les actions à mener dans les années à venir en vue d'améliorer la robustesse de certains calculs et permettre l'utilisation des codes CFD avec au moins le même niveau de confiance que les outils employés traditionnellement dans les études de sécurité. Enfin, l'Institut a réalisé pour le compte d'industriels,

des études spécifiques de sécurité incendie dans un entrepôt de stockage en s'appuyant sur des outils de type CFD et EF. Objectif : prédire le développement de l'incendie et la propagation des fumées mais également le comportement de la structure et montrer l'adéquation du développement de l'incendie avec la mise en sécurité du personnel et l'intervention des services de secours.

■ SÉCURITÉ INDUSTRIELLE

Laboratoire « Capteurs » - Accréditation et innovation



Gaz inflammables, gaz toxiques... La détection de gaz est un enjeu de sécurité important dans de nombreux secteurs industriels. La stratégie la plus utilisée est la détection ponctuelle par différentes technologies (infrarouge, catalytique, catharométrique...). L'évaluation de la performance des capteurs est réalisée au moyen d'un ensemble de normes internationales. Déjà accrédité ISO17025 par le Cofrac pour évaluer la conformité et les performances des détecteurs de sécurité, le laboratoire « Capteurs » de l'Ineris a obtenu en 2019, la reconnaissance au niveau international par l'IECEx (*International Electrotechnical Commission System for Certification to Standards relating to Equipment for use in Explosive Atmospheres*), étendant le scope IECEx de l'Ineris comme laboratoire d'essais (ExTL) et comme organisme de certification (ExCB) habilité à délivrer des certificats de conformité IECEx selon la norme IEC 60079-29-1.

En parallèle de cette activité traditionnelle, l'Ineris est également fortement impliqué dans l'évaluation des nouvelles technologies de détection, de type caméra infrarouge ou détecteurs acoustiques. Pour comprendre leur fonctionnement et s'assurer de leur fiabilité sur le terrain, l'Institut a développé en 2019 un banc d'essai permettant de reproduire des fuites pour des gammes de pression de 0,1 à 100 bar en utilisant différents gaz, inflammables et/ou toxiques.

■ SÉCURITÉ INDUSTRIELLE

Un générateur de brouillard d'eau à l'essai

La société Desautel a sollicité l'Ineris pour évaluer l'efficacité d'un dispositif de génération de brouillard d'eau visant à abattre des vapeurs toxiques émises accidentellement. Pour cela, l'Ineris a mis au point dans la chambre d'essais de 1000 m³ de sa plateforme incendie une maquette adaptable, représentant à l'échelle réelle plusieurs configurations existantes sur des sites industriels. Une campagne expérimentale de plusieurs mois a ensuite permis de tester le dispositif sur différents scénarios.

■ APPUI À LA RÉGLEMENTATION TMD

Prévention des explosions sur les camions-citernes pressurisés

En 2018 en Italie, un accident de la route a provoqué un bleve (*Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion*) sur un camion-citerne de GPL. Bilan : un mort, 95 blessés et des dommages matériels importants. Cet accident témoigne de l'importance de l'évaluation de l'efficacité des mesures de protection thermique d'un camion-citerne pressurisé et plus généralement d'un équipement de stockage sous pression sur un site industriel afin de limiter

le risque de suraccident. Dans le cadre de ses travaux de recherche et d'appui pour le ministère de la Transition écologique et solidaire, l'Ineris étudie depuis plusieurs années le comportement d'une citerne pressurisée soumise à un incendie. En 2019, l'Ineris a développé un modèle numérique 2D et 3D capable de prédire le comportement du réservoir en fonction de ses caractéristiques (géométrie, dimensions, taux de remplissage...)

et de celles de l'incendie. Il permet d'évaluer l'efficacité des mesures de réduction des risques (soupapes de protection, revêtements thermiques) susceptibles d'augmenter le délai avant défaillance, voire d'empêcher son occurrence. Depuis 2017, l'Ineris apporte par ailleurs un appui technique au Ministère lors des réunions à la Commission économique pour l'Europe des Nations unies sur le transport international des marchandises dangereuses

par route. Il participe au groupe de travail européen créé en 2018 pour la réduction du risque de bleve de citernes mobiles prises dans un feu. Dans ce cadre, des études ont été menées afin de modéliser le comportement d'un camion-citerne de GPL soumis à différents incendies (feu de pneu, feu de cabine, feu de flaque de carburant sous le camion) afin de tester l'efficacité de soupapes de sécurité.

APPUI AUX SITUATIONS D'URGENCE

L'Institut accompagne l'État dans les situations d'urgence ou de crise environnementale, notamment en situation accidentelle ou post-accidentelle. Il fournit aux services de l'État un appui réactif en mobilisant des outils opérationnels adaptés.

■ LUBRIZOL (ROUEN)

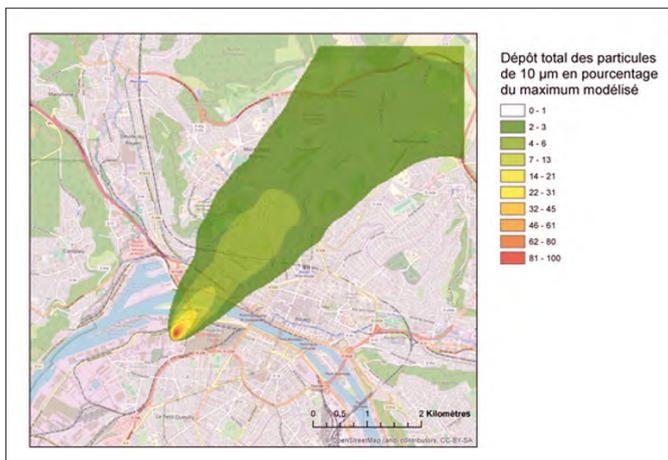
La Casu mobilisée dès les premières heures de l'incendie

Dans le cadre de l'incendie de Lubrizol survenu dans la nuit du 26 septembre 2019 à Rouen, l'Institut a mobilisé ses équipes pour apporter son appui à la gestion de crise, puis au dispositif local post-accident, piloté par la préfecture de Seine-Maritime. L'Institut est intervenu à plusieurs titres : prévision de la dispersion des fumées de l'incendie dans l'atmosphère et des retombées au sol ; analyse chimique des polluants contenus dans les dépôts de fumée ; mise en sécurité du site ; évaluation des propriétés dangereuses des substances chimiques et évaluation des risques pour la santé.



La cellule d'appui aux situations d'urgence de l'Ineris (Casu) a été activée le 26 septembre vers 6 h, pour préciser les risques immédiats, thermiques, toxiques ou de suraccident, que les équipes d'intervention et les populations avoisinantes encouraient. Lors d'un accident, la Casu intervient d'abord dans une logique de risque technologique dit « majeur ». Les questions techniques qui lui sont posées, portent sur les risques immédiats les plus graves : effets irréversibles sur la santé, voire décès ; effets irréversibles sur l'environnement naturel ; dommages matériels pouvant présenter un risque supplémentaire pour les personnes ; persistance et propagation du phénomène dangereux causant l'accident... S'agissant de l'impact sur la santé, par exemple, la cellule a été interrogée sur la toxicité aiguë des fumées (exposition unique, à tout le moins brève, à des concentrations fortes, voire très fortes, de substances).

Au-delà des risques immédiats, la Casu est également intervenue dès les premières heures de l'incendie, pour conseiller de réaliser des prélèvements dans l'environnement. Ces derniers permettront la caractérisation des risques à plus long terme générés par l'incendie, en particulier les risques dits « chroniques » (exposition de longue durée des personnes, de la faune et de la flore, à de faibles doses de contaminants susceptibles d'avoir des effets néfastes), qui résulteraient notamment de la contamination de l'environnement par les résidus de fumées retombés au sol. L'Ineris s'est mobilisé au-delà du périmètre de la Casu, notamment pour effectuer dans ses laboratoires les analyses des premiers prélèvements réalisés. L'incendie de Lubrizol a montré toute l'importance de cette phase post-accidentelle, sur laquelle un retour d'expérience sera organisé pour proposer d'éventuelles évolutions du dispositif.



Modélisation du panache du site Lubrizol

📄 Pour en savoir plus : <http://bit.ly/2tzgGY>

■ NOTRE-DAME DE PARIS

La dispersion des particules de plomb modélisée

Dans le cadre d'une convention avec l'Agence régionale de santé (ARS) d'Ile-de-France, l'Ineris a réalisé une simulation de la dispersion de particules de plomb dans l'air, à la suite de l'incendie qui a ravagé la toiture de la cathédrale Notre-Dame le 15 avril 2019. Les équipes spécialistes de l'incendie et de la qualité de l'air de l'Ineris ont ainsi pu fournir une estimation de la répartition géographique des dépôts de plomb, dans un périmètre de 800 m à 50 km de distance du foyer d'incendie.

L'objectif de la modélisation était de qualifier les zones de retombées du plomb potentiellement présent dans le panache, de façon à affiner un plan de prélèvement et de surveillance. Des incertitudes importantes existent sur les quantités de plomb ainsi dispersées et sur le profil granulométrique des particules; aussi plusieurs scénarios de retombées ont été étudiés pour disposer d'une représentation enveloppe du phénomène. Les résultats ont montré que le panache s'étire sur un axe reliant



l'Île de la Cité à Mantes-la-Jolie. Au niveau de l'agglomération parisienne, le panache a impacté la pointe nord du 6^e arrondissement, le 7^e, le nord du 15^e et le 16^e. L'ensemble de ces résultats a permis de guider l'ARS dans la mise en place d'une récente campagne de prélèvements complémentaires visant à explorer des zones possiblement impactées par le panache et relativement éloignées de la source. Malgré les incertitudes liées aux effets de lessivage et de ruissellement six mois après l'incendie, les résultats de cette campagne fournissent des éléments d'information complémentaires aux simulations sur la distribution spatiale du plomb potentiellement déposé au passage du panache.

📖 Pour consulter le rapport: <http://bit.ly/39exumq>

■ FALAISE DE BONIFACIO

Observer pour évaluer l'aléa

La Citadelle de Bonifacio est caractérisée par un bâti ancien et dense, située en aplomb d'un pied de falaise érodé présentant un encorbellement d'environ 20 m. À la demande de la direction départementale des Territoires et de la Mer de Corse du Sud, le BRGM, l'Ineris et le Cerema mènent depuis 2018 une étude afin d'améliorer les connaissances sur un potentiel éboulement de grande ampleur d'une portion de cette falaise. L'Ineris a été mobilisé pour

ses moyens d'observation et de surveillance des risques géotechniques, via la plateforme e.cenaris, ainsi que pour ses compétences de modélisation numérique avancée. L'observation instrumentale multiparamètres de la falaise a démarré au printemps 2019. Elle repose sur des télésurveys géotechniques en surface et en profondeur (à partir de clinomètres, fissuromètres et extensomètres), des mesures géodésiques à partir de balises GPS-RTK, et d'une

station météo. Leur analyse permettra de détecter le cas échéant des mouvements liés notamment aux effets thermo-hydromécaniques. En outre, des campagnes de scanner laser 3D à longue portée ont été réalisées afin d'établir un modèle numérique 3D précis de la falaise et de détecter l'occurrence d'éventuelles chutes de blocs par la technologie de l'interférométrie laser. Les mesures sont transmises sur la plateforme de web-monitoring e.cenaris qui

centralise l'ensemble des données et résultats. Autre volet, l'Ineris a également réalisé des modélisations numériques des conditions de rupture de la falaise sous la Citadelle, calibrées à partir de forage de reconnaissance et d'essais en laboratoire. Ces modèles géomécaniques 2D et 3D basés sur la méthode des éléments distincts sont d'un apport déterminant pour l'évaluation de l'aléa d'écroulement.

SÉCURITÉ ET SÛRETÉ DES SYSTÈMES INDUSTRIELS

Les systèmes industriels dangereux peuvent représenter, en cas d'accident ou d'acte de malveillance, une source d'impact sur les populations, les biens et l'environnement. D'où la nécessité de connaître les dangers liés aux produits et aux procédés qui sont mis en œuvre, d'identifier les scénarios potentiels d'accidents, d'être à même d'évaluer leur probabilité ou leur vraisemblance ainsi que leur gravité et d'être capable d'évaluer la performance des barrières humaines, techniques et organisationnelles mises en place pour réduire ces risques.

■ ICPE

Un nouveau programme de formation en Nouvelle-Calédonie

Entre 2016 et 2018, la filiale Ineris formation, sur demande du service de l'industrie de la direction de l'Industrie, des Mines et de l'Énergie de Nouvelle-Calédonie (DIMENC) et de la direction de l'Environnement-Province du Sud (DENV), a mis en place plusieurs formations pour les inspecteurs des ICPE, les ingénieurs et techniciens en environnement et risques technologiques, et les contrôleurs de barrages. En 2019, elle a à nouveau été sollicitée par la DIMENC pour organiser à Nouméa une formation de cinq jours sur la lecture critique d'une étude de dangers (EDD) destinée aux inspecteurs des ICPE. Deux experts de l'Ineris sont intervenus sur place. Objectif: permettre aux inspecteurs de disposer d'une formation de base à l'exercice de leur mission et d'avoir une actualisation des méthodologies d'analyse afin de gagner en efficacité sur l'évaluation des EDD lorsqu'ils instruisent les dossiers de demande d'exploiter des installations industrielles présentes en Nouvelle-Calédonie.

■ SITES SEVESO

Une nouvelle version du logiciel SIGALEA®

Pour les sites industriels les plus à risque (Seveso seuil haut), la cartographie des aléas technologiques (thermique, toxique, suppression, projections) est établie grâce au logiciel SIGALEA®. Il a été développé en interne par l'Ineris sous le système d'information

géographique MapInfo®, qui utilise l'environnement de programmation MapBasic®. Pour ne plus dépendre des mises à jour de Mapinfo®, l'Ineris a décidé, en accord avec le ministère de la Transition écologique et solidaire, de redévelopper son outil sous QGIS, un

autre système d'information géographique qui présente l'avantage d'être gratuit et accessible à tous. Destinée aux inspecteurs des installations classées, aux industriels comme aux bureaux d'études, la nouvelle version de SIGALEA® est attendue courant 2020.

FACTEURS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS

■ SITES SEVESO

Mise à jour d'un guide sur l'inspection des systèmes de gestion de la sécurité

Le bilan de l'accidentologie réalisé chaque année par le Bureau d'analyse des risques et pollutions industrielles (Barpi) indique que la cause principale des accidents sont les facteurs organisationnels et humains (FOH). Il est dès lors indispensable d'intégrer correctement les FOH dans l'évaluation des risques (activités humaines, barrières humaines de sécurité, fonctionnement des

organisations, etc.), que ce soit pour élaborer des systèmes de gestion de la sécurité (SGS), les évaluer lors des inspections ou des audits mais aussi analyser les accidents et les incidents. Un nouveau guide intégrant cette dimension a été réalisé en 2019. Ce guide est une mise à jour du document « Aide à l'inspection des systèmes de gestion de la sécurité », publié par le ministère chargé de l'environnement en 2000.



Il propose une démarche globale des SGS en faisant référence aux nouveaux textes réglementaires parus depuis 2001 dans le code de l'environnement.

 Pour consulter le guide : <https://bit.ly/2S5ARGg>

REJETS DES SYSTÈMES INDUSTRIELS

Les équipes de l'Ineris mènent des travaux sur les émissions dans l'air et dans l'eau, les meilleures techniques disponibles (MTD), les documents de référence (BREF) et rejets de substances dangereuses dans l'eau (RSDE).

■ ÉLEVAGES INTENSIFS

Analyse des dossiers règlementaires

Les exploitants d'élevages intensifs de porcs et de volailles soumis à la directive IED (*Industrial Emissions Directive*) ont déposé début 2019 leur dossier de réexamen de leurs conditions d'autorisation. En appui au Ministère, l'Ineris en a analysé une partie pour définir et tester la structuration des données et dresser un premier bilan de la situation des élevages intensifs, en lien avec la mise en œuvre de plusieurs meilleures techniques disponibles (épandage, nutrition, stockage...). Des écueils liés à l'extraction des données et à leur traitement ont été identifiés. Ce travail a aussi donné un éclairage sur les pratiques en cours, sur les projets de mise en conformité et leurs coûts et sur les performances obtenues en matière d'émissions. Afin d'enrichir les connaissances sur le fonctionnement des élevages, cette étude sera étendue à un plus grand nombre de dossiers en 2020.

■ BLACK CARBONE

Vers une caractérisation des émissions

La caractérisation des émissions de carbone suie ou « *black carbone* » des installations de chauffage ne fait l'objet à ce jour d'aucune méthodologie référencée. Les lacunes dans les connaissances et les incertitudes sur les données disponibles sont liées notamment à l'absence de comparaison entre les méthodes appliquées. Le projet Carablack visait à rechercher une ou plusieurs approches de caractérisation puis à tester les méthodes identifiées comme les plus pertinentes sur le banc d'essais de l'Ineris puis sur des installations. Les écarts de mesures et de sensibilité constatés ont conduit l'Ineris à envisager différents critères de sélection de la méthode retenue en vue d'une future harmonisation des pratiques de mesure, selon l'objectif visé : facilité de mise en œuvre ou type d'impact évalué (santé ou effet de serre).

 Pour consulter le rapport : <http://bit.ly/2OQbztJ>

■ ÉLEVAGE D'INSECTES

Quelles perspectives pour la filière ?

L'Ineris a établi un panorama des acteurs de l'élevage d'insectes en France et à l'étranger, le cadre réglementaire, les contraintes techniques, les débouchés et les perspectives. L'étude montre que la filière de production commence à se structurer et les acteurs à se diversifier. Sa réussite viendra en partie de sa capacité à maîtriser les risques sanitaires, les impacts environnementaux et à dépasser les freins culturels.

■ MICROPOLLUANTS DANS LES EAUX URBAINES

Cartographier les émetteurs pour mieux réduire les rejets

Clôturé en 2019, le projet LUMIEAU-Stra, dont l'Ineris est partenaire, visait à prioriser les micropolluants des eaux urbaines de Strasbourg et à proposer des solutions et des changements de pratiques pour réduire ou éviter leur déversement.

La démarche de priorisation proposée par l'Institut a consisté à déterminer dans un premier temps une liste de micropolluants à rechercher, puis à identifier les zones géographiques les

plus problématiques.

La cartographie SIG s'est avérée nécessaire pour avoir une bonne connaissance des émetteurs du territoire, de leurs émissions potentielles et du fonctionnement du réseau d'assainissement. Des outils de recherche de micropolluants innovants ont été utilisés pour fournir des indications en première approche sur la présence et le niveau de concentration d'un panel de micropolluants.

 Pour consulter le rapport : <http://bit.ly/2vz4aZ0>

■ INSTALLATIONS CLASSÉES

Un nouveau cadre européen pour le rapportage des émissions

La convention d'Aarhus et la mise en œuvre du protocole PRTR (Pollutant Release and Transfer Register) imposent de diffuser au grand public les données relatives aux émissions industrielles dans l'eau, l'air, le sol ainsi que la production et le traitement de déchets. Missionné par le Ministère, l'Ineris assure le suivi du processus de déclaration de ces données et leur rapportage au niveau européen. Deux types de rapportage ont fait l'objet d'une refonte : la partie administrative des établissements relevant du règlement E-PRTR

et de la directive IED nommée EU-Registry et les données des émissions de ces établissements, renommé E-PRTR/LCP. En 2019, l'Institut a mis à jour l'infrastructure numérique pour intégrer les nouveaux formats de rapportage et consolider ces informations dans une base de données interne afin d'assurer la production du fichier de rapportage conformément aux spécifications de l'Agence européenne de l'environnement. Les premiers rapportages 2017 et 2018 ont été réalisés en 2019 avec succès.

ÉVALUATION DES EXPOSITIONS ENVIRONNEMENTALES ET DES RISQUES SANITAIRES

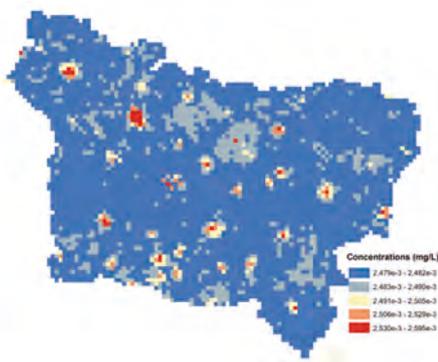
L'évaluation des risques sanitaires vise à prévenir et à gérer, sur le long terme, le risque potentiel encouru par une population vivant à proximité de sources de pollution. Cette évaluation contribue à la mise en place de mesures de gestion proportionnées. L'Ineris s'appuie notamment sur ses connaissances et ses outils pour contribuer à la construction du Plan national santé environnement 4.

■ EXPOSITION AUX POLLUANTS

Des cartes pour mieux visualiser l'exposition des populations

Le projet CartoExpo, réalisé par l'Ineris dans le cadre du plan Écophyto, visait à construire une méthodologie intégrative permettant de représenter sur une carte les expositions des populations à différents polluants.

La méthode a été testée sur une famille de pesticides, les pyréthriinoïdes. La démarche a conduit à adapter et combiner plusieurs types d'outils développés par l'Institut : les systèmes d'information géographique (SIG) pour fournir une base informatique capable de relier et présenter les informations des supports géographiques communs ; les modèles d'exposition multimédia pour évaluer les



Cartographies des doses internes du 3-PBA (mg/l dans les urines) pour la femme enceinte. Combinaison des voies d'ingestion et d'inhalation.

transferts de polluants dans l'environnement ; la modélisation atmosphérique pour estimer la présence de polluants dans l'air ; des modèles pharmacocinétiques physiologiques PBPK (*Physiologically-Based Pharmacokinetic*) pour prédire l'imprégnation biologique dans une population.

■ EXPOSITION AUX POLLUANTS ÉMERGENTS

Dioxines et furanes bromés, 1,3 butadiène : l'Ineris au rapport

L'année 2019 a vu la parution de trois documents consacrés aux dioxines bromées. Le premier, « *Expositions aux dioxines et furanes bromés : synthèse des données disponibles : sources, émissions, exposition et toxicité pour l'homme** », est une synthèse bibliographique sur les données disponibles. Hormis quelques résultats de mesures en Suède, au Royaume-Uni et au Japon, et de récentes données produites en France, ceux-ci concernent majoritairement l'Asie orientale. Un autre rapport, intitulé « *Émissions atmosphériques de dioxines et de furanes bromés lors de feux accidentels de déchets contenant des substances bromées*** », est le fruit des essais menés par l'Ineris sur sa plateforme incendie pour simuler des feux de déchets sur différents matériaux susceptibles de contenir des produits chlorés et bromés. Le troisième document porte sur les résultats de la campagne de mesures menée en vue de la « *Caractérisation des émissions de dioxines et furanes bromés des incinérateurs de déchets non dangereux**** ». L'Institut s'est par ailleurs mobilisé pour approfondir les connaissances sur le 1,3 butadiène utilisé pour la production de polymère synthétique, de caoutchouc et de latex : principales sources d'émissions, niveaux de concentrations dans l'air ambiant, toxicité, enjeux sanitaires pour les populations. Les travaux font apparaître la pertinence de la mise en place d'un système de surveillance dans l'air ambiant autour des sites émetteurs. Des rapports de synthèse et de recommandations seront publiés en 2020.

Pour consulter les rapports :

* <http://bit.ly/38b6q6p> ** <http://bit.ly/2vwSZJE> *** <http://bit.ly/2wbVhF7>

Pour consulter le rapport : <http://bit.ly/2Stniki>

■ QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

Pour une meilleure qualité de l'air dans les lieux accueillant des enfants et des adolescents

Réalisé par l'Ineris pour le compte du Ministère, et mis à jour en 2019, le guide vise à accompagner la mise en place de plans d'actions de prévention concernant les émissions des polluants réglementés dans les lieux accueillant des enfants ou des adolescents. Il répond à l'échéance réglementaire du 1^{er} janvier 2020 pour intégrer les accueils de loisirs et les établissements d'enseignement ou de formation professionnelle du second degré. Organisé autour de quatre grilles thématiques, le guide couvre les différentes sources de pollution ou pratiques qui peuvent affecter la qualité de l'air intérieur.

Pour consulter le guide : <http://bit.ly/2Ho4ixu>

■ QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

Désodorisants non-combustibles : quels risques ?

Formaldéhyde, limonène, benzène... Certaines substances émises dans l'air intérieur présentent des risques sanitaires potentiels. Le Plan d'actions sur la qualité de l'air intérieur

(PQAI) encadre les actions des pouvoirs publics visant à diminuer les expositions à ces substances. Après un premier travail sur les désodorisants combustibles d'intérieur,

l'Ineris a étudié les risques liés aux désodorisants non-combustibles (sprays aérosols, diffuseurs...). L'objectif était d'identifier les substances les plus préoccupantes, puis d'apprécier les enjeux sanitaires associés. L'Institut s'est appuyé sur deux sources d'informations : un sondage national sur les usages de désodorisants non-combustibles réalisé en 2017 par l'Ifop et des mesures d'émissions sur une sélection de 25 désodorisants non-combustibles, réalisées en 2017 par le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB). Les résultats suggèrent que les expositions, qu'elles soient chroniques ou de courtes durées, ne sont pas préoccupantes.



 Pour consulter le rapport : <http://bit.ly/2u2wK4U>

■ PRÉLÈVEMENTS EN EAU SOUTERRAINE

Recensement des méthodes et outils

Les prélèvements mis en œuvre *via* des piézomètres pour repérer d'éventuels panaches de pollution dans les eaux sont le plus souvent effectués à une seule profondeur. Pourtant, il est admis que selon le type de substances, l'« âge » de la contamination et l'hétérogénéité de

l'aquifère, des prélèvements multiniveaux sont indispensables. Dans ce contexte, l'Ineris a recensé les différents types de piézomètres et/ou les dispositifs de prélèvement existant pour réaliser des prélèvements multiniveaux. Ces derniers sont encore très peu employés en France, ce qui a conduit

l'Institut à faire des recommandations pour améliorer la connaissance de la stratification d'un panache de pollution. Ces questions seront illustrées dans des vidéos pédagogiques destinées aux opérateurs de terrain en 2020.

■ POLLUTIONS MÉTALLIQUES DES SOLS

Prise en compte de la bioaccessibilité dans les évaluations de risques sanitaires

Pour évaluer l'exposition des populations à un polluant métallique à la suite d'une pollution industrielle, les diagnostics actuels s'appuient sur la mesure des concentrations totales des polluants dans les sols. Pour autant, seule la fraction « biodisponible » des polluants est réellement assimilée et est susceptible d'exercer un effet toxique. Cette biodisponibilité peut être estimée à l'aide de tests *in vitro* en mesurant la bioaccessibilité orale (fraction extraite par les fluides digestifs). L'Ineris a conduit un travail de synthèse des valeurs de bioaccessibilités de métaux (arsenic, cadmium, plomb et antimoine), acquises depuis plusieurs années sur différents types de sols et a procédé à la caractérisation de paramètres physico-chimiques des sols considérés. Ce bilan fait apparaître de larges gammes de valeurs de bioaccessibilités et une grande complexité des phénomènes impliqués. Ces travaux permettent de dégager certains paramètres à considérer en priorité pour orienter les mesures de bioaccessibilité qui doivent rester spécifiques à chaque site. Ils seront poursuivis pour approfondir les relations observées.

 Pour consulter le rapport : <http://bit.ly/2V8Exce>

CARACTÉRISER LES DANGERS DES SUBSTANCES

et leurs impacts sur l'homme
et la biodiversité *via* l'air et l'eau

L'Ineris contribue à l'acquisition de nouvelles connaissances pour mieux comprendre, mesurer, caractériser et prédire les propriétés des substances chimiques, produits et mélanges, ainsi que leurs comportements chez l'homme et dans l'environnement.

Cette contribution vise à accompagner une gestion la plus efficace possible des contaminations environnementales et des effets sur la santé et la biodiversité des substances et des produits industriels ou de consommation.

39

QUALITÉ DE L'AIR

43

NANOMATÉRIAUX

44

PERTURBATEURS ENDOCRINIENS

45

ÉCOTOXICOLOGIE ET QUALITÉ DES MILIEUX AQUATIQUES

46

DANGEROUSITÉ DES SUBSTANCES CHIMIQUES

QUALITÉ DE L'AIR

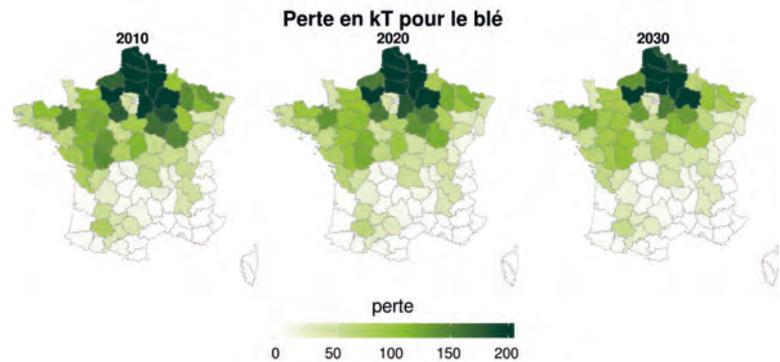
Les compétences de l'Ineris pour la caractérisation de la pollution atmosphérique sont reconnues sur le plan national et international. L'activité de l'Institut passe en amont par la compréhension et la qualification des processus dynamiques et chimiques de l'atmosphère et conduit en aval à l'appui aux pouvoirs public pour la surveillance et la définition de stratégies de gestion de la pollution atmosphérique.

■ OZONE

Modélisation des impacts de la pollution sur les végétaux

L'ozone (O_3) est un gaz à effet de serre, mais aussi un polluant des plus toxiques pour les végétaux. Il altère le rendement et la qualité de la production agricole et sylvicole avec des effets économiques significatifs. Ses impacts sur la végétation sont quantifiés dans la réglementation européenne par un indicateur: l'AOT (*Accumulated Ozone over Threshold*). Reste que cet indicateur ne prend pas en compte les mécanismes d'exposition, dont l'état de stress hydrique de la plante (souvent concomitant des

pics de pollutions à l' O_3) qui conduit cette dernière à réduire ses flux stomatiques. Pour pallier cet écueil, un nouvel indicateur, le POD (*Phytotoxic Ozone Dose*) a été proposé dans les années 2000. Le projet APollo* a été lancé en 2017 pour renouveler les études d'impact de l'ozone sur les écosystèmes agricoles à l'aide de ce nouvel indicateur. Les résultats ont montré une tendance à la baisse des impacts de l'ozone en France et en Europe, qui cache toutefois des augmentations localisées dans certaines



Pertes de blé, en quantité (kTonnes), sur le domaine France pour l'année 2010 et projection pour les années 2020 et 2030.

régions en fonction de l'espèce végétale, entraînant des pertes économiques importantes sur la France. Les impacts économiques de l'ozone sur les cultures

et prairies en France représentent ainsi environ 8 % des coûts sanitaires dus à l'ozone, les particules fines et le dioxyde d'azote estimés pour 2030.

*Apollo est financé dans le cadre du Programme de recherche Interorganisme pour une meilleure qualité de l'air. Le projet est copiloté par le ministère de la Transition écologique et solidaire et l'Ademe.

■ PROGRAMME EUROPÉEN COPERNICUS

Une participation active de l'Ineris dans la mise en place des services dédiés à la surveillance de l'atmosphère

Copernicus est un programme européen de surveillance intégrée de l'environnement basé sur des réseaux de surveillance *in situ*, sur l'observation spatiale et sur la mise en œuvre de modèles numériques, qui comprend la surveillance des océans, des territoires, et de la composition de l'atmosphère. Depuis son lancement en 2009, l'Ineris

est activement engagé dans la mise en place des services dédiés à la surveillance de la qualité de l'air en Europe. L'Institut fait partie des organismes sur lesquels s'appuie le Centre européen de prévision du temps à moyen terme, qui assure la gestion opérationnelle des services Copernicus Atmosphère. Les services de prévision et de cartographie

de la qualité de l'air en Europe reposent notamment sur la mise en œuvre d'un ensemble de dix modèles de qualité de l'air, dont le modèle Chimère, développé par l'Ineris en collaboration avec le CNRS. L'Institut pilote également le développement et la production de services dédiés à l'aide à la décision dans le domaine des politiques de gestion de la qualité de l'air.

Il a mis au point des outils innovants d'évaluation des impacts de ces politiques sur l'occurrence d'épisodes de pollution. Enfin, il pilote et participe aux travaux qui préparent la future génération des services Copernicus Atmosphère, en particulier le lancement du premier satellite géostationnaire mesurant la qualité de l'air en Europe, Sentinel 4.

■ TRAFIC MARITIME

Pour une zone « basses émissions » en Méditerranée

En 2017-2018, une étude scientifique coordonnée par l'Ineris et menée en étroite collaboration avec le Citepa, le Cerema et le Plan bleu a mis en évidence les bénéfices sanitaires et environnementaux de la mise en place d'une zone « basses émissions » du trafic maritime en Méditerranée sur la qualité de l'air. En 2019, le ministère de la Transition écologique et solidaire s'est appuyé sur ces travaux auprès des pays signataires de la Convention de Barcelone, traité onusien pour la protection de la Méditerranée, et de l'Organisation maritime

internationale (OMI) pour promouvoir cette idée afin d'améliorer la qualité de l'air dans les villes portuaires du bassin. Lors des négociations, les experts de l'Ineris ont assisté les autorités françaises en présentant et expliquant les résultats de l'étude. L'Ineris était aussi aux côtés des autorités françaises à la Conférence des Parties à la Convention à Naples en décembre 2019. Les Parties ont adopté un accord pour saisir l'OMI en 2022 afin d'organiser la mise en place d'une zone « basses émissions ciblées sur les oxydes de soufre ».

📄 Pour en savoir plus : <http://bit.ly/37p96x0>

■ PARTICULES FINES

La qualité de l'air dans les transports

Les personnes qui travaillent ou empruntent les habitacles de transports roulants (RER souterrains, parkings, quais souterrains ferroviaires...) sont susceptibles d'être exposées à des particules fines de natures très différentes. Afin de mieux appréhender leur effet « cocktail », le projet TOXinTRANSPORT lancé en 2019 par l'Ademe et coordonné par l'Ineris se propose d'évaluer l'apport de l'utilisation conjointe de méthodes de caractérisation physico-chimique et de tests *in vitro* de la toxicité des particules. Des prélèvements seront effectués dans des habitacles en déplacement. Les résultats permettront de classer les particules prélevées dans les environnements étudiés au regard de leurs caractéristiques physico-chimiques et réponses toxicologiques.

■ MÉTROLOGIE

Comparaisons interlaboratoires

L'Ineris organise des comparaisons interlaboratoires (CIL) dans les domaines de l'air et de l'eau (prélèvements et analyses) afin d'évaluer l'aptitude des laboratoires soucieux de démontrer leurs compétences et d'en assurer le maintien. Certaines CIL impliquent l'utilisation de moyens expérimentaux exceptionnels comme le banc d'essais émission, la chambre d'exposition air intérieur ou encore le banc de dopage air ambiant. En 2019, l'Ineris a organisé des CIL pour la surveillance des rejets atmosphériques industriels, de la qualité de l'air intérieur et de l'air ambiant, de l'air des lieux de travail et de la qualité de produits et de matériaux d'essais.



■ DISPOSITIF NATIONAL DE SURVEILLANCE

Des microcapteurs pour cartographier la qualité de l'air

Depuis 2017, le dispositif national de surveillance de la qualité de l'air a mis en place un groupe de travail sur les micro-capteurs. Ces instruments, par leur portabilité et leur faible coût, offrent une possibilité de mesurer la concentration de polluants avec une couverture spatiale et temporelle unique. La quantité de données récoltées ouvre de nouveaux horizons pour la modélisation et la cartographie des polluants à l'échelle urbaine. Dans ce groupe de travail, le Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air (LCSQA), dont l'Ineris est partenaire, a entrepris des travaux consacrés

au développement d'une méthode permettant de générer des cartographies de qualité de l'air sur la base des données de capteurs. Une première expérimentation de méthodes géostatistiques a été appliquée à Nantes à partir d'observations de capteurs fixes et mobiles de particules fines. En 2019, les travaux ont été poursuivis afin de l'optimiser et permettre le développement d'algorithmes visant à tirer parti des micro-capteurs, même s'ils sont moins précis que les mesures réglementaires, et de coupler ces mesures aux modélisations pour affiner les cartographies de qualité de l'air.

📄 Pour en savoir plus : <http://bit.ly/2SF1110>

■ CHAUFFAGE DOMESTIQUE AU BOIS

Changer un appareil non performant : quels impacts ?

Les résultats des deux projets Ademe, QAI Arve et Carve, coordonnés par l'Ineris pour évaluer l'efficacité du renouvellement d'appareils non performants de chauffage domestique au bois sur l'amélioration de la qualité de l'air ont été publiés en 2019. Dans le cadre de ces projets, des prélèvements ont été réalisés dans une trentaine de logements chez des particuliers dans la vallée de l'Arve (Savoie). Les analyses ont porté sur les émissions de particules en sortie de cheminée, les rendements des appareils (projet Carve) et les concentrations en composés volatils (COV) dans l'air des logements (projet QAI-Arve). Les résultats de Carve montrent une baisse de moitié en moyenne des émissions de particules fines à la suite du



remplacement d'un appareil ancien (datant d'avant 2002) par un appareil labellisé « Flamme verte 7 étoiles ». Les résultats de QAI Arve

suggèrent un besoin de diminuer les expositions chroniques des habitants, en ciblant prioritairement le benzène et dans une

moindre mesure les xylènes, l'acétaldéhyde et le naphthalène.

 Pour consulter le rapport du projet QAI Arve : <http://bit.ly/39BhISN>

 Pour consulter le rapport du projet Carve : <http://bit.ly/31P7j2Y>

■ POÊLES À GRANULÉS

Plus ou moins performants, plus ou moins polluants

L'Ineris a remporté en 2019 un appel d'offres de l'Ademe visant à mieux connaître, dans des conditions réelles de fonctionnement, les performances des appareils à granulés réputés les plus performants, lorsqu'ils fonctionnent à d'autres allures et dans d'autres conditions que celles étudiées selon les normes en vigueur. La mission consistera à réaliser une campagne de mesures sur des poêles à granulés afin de caractériser leurs consommations, leurs performances énergétiques et leurs émissions de polluants atmosphériques, d'émettre des recommandations pour la filière, et de rédiger une fiche technique sur les poêles à granulés à destination du grand public.

■ Puits de Carbone

L'efficacité des microalgues validée

La société Fermentalg et Suez se sont engagés dans un projet de puits de carbone visant à améliorer la qualité de l'air et à transformer la pollution de l'air en énergie. Le principe : utiliser la photosynthèse pour capter ou consommer le CO₂ et de nombreux polluants. Cette biomasse est ensuite évacuée vers les stations d'épuration pour être

convertie en énergie verte. Des expérimentations à la station d'épuration de Bois-Colombes (92) et en milieu urbain à Paris ont démontré son efficacité à capter le CO₂ et les particules fines. L'Ineris a testé le procédé sur son banc de test et confirmé les résultats avec des taux d'abattements des particules fines de 66 à 99 % et ceux du CO₂ de 76 à 97 %.

QUALITÉ DE L'AIR

■ BASE DE DONNÉES GEOD'AIR

Intégration de mesures de résidus de pesticides

Dans le cadre du plan d'action gouvernemental sur les produits phytopharmaceutiques et du PREPA*, en 2018, l'Anses, l'Ineris et le réseau des Associations agréées

de surveillance de la qualité de l'air (Aasqa) ont lancé une campagne de mesure des résidus de pesticides dans l'air sur 24 mois. Près de 1500 prélèvements ont été réalisés avec recherche

de 81 substances, dont le glyphosate. En 2019, l'Ineris, coordonnateur de la campagne, a assuré l'appui technique nécessaire aux mesures, piloté l'analyse des échantillons et a débuté

l'exploitation des données. Un module spécifique a été conçu dans Géod'air, la base nationale de données de qualité de l'air, afin qu'elle puisse accueillir ces données. En parallèle, l'Institut a défini les modalités de la transmission des données par les Aasqa, et les contrôles qualité appliqués aux fichiers transmis. Les données seront définitivement intégrées en 2020. Cette campagne permettra d'établir un premier état des lieux des niveaux de contamination en résidus de pesticides en France et de jeter les bases d'une éventuelle surveillance pérenne des résidus de pesticides dans l'air ambiant.



* Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques

■ INTERNATIONAL

Appui à la mise en œuvre de réglementations en Serbie et en Turquie

L'Ineris s'est engagé en 2019 dans deux consortia ayant remporté des appels d'offres européens visant à accompagner des pays hors Union européenne dans l'alignement de leurs réglementations avec celles de l'Union européenne sur des sujets prioritaires. L'un de ces projets, coordonné par le bureau d'étude belge Agriconsulting Europe SA, concerne le

développement d'un système national de prévision de la qualité de l'air en Turquie et l'analyse de la faisabilité de le décliner dans les principales villes du pays. L'autre projet, coordonné par le cabinet Expertise-Advisors vise à accompagner la Serbie dans la mise à jour de ses législations environnementales, notamment dans les domaines de l'air et des produits chimiques.

■ INTERNATIONAL

Formations au Maroc

En 2019, Ineris développement a été mandaté par le ministère de l'Environnement marocain pour animer, en partenariat avec Cedars Maroc, deux sessions de formation visant à renforcer les compétences des directions régionales de l'environnement et des services concernés dans le domaine de la surveillance de la qualité de l'air. La première session a porté sur la métrologie et le processus de gestion de la surveillance de la qualité de l'air. La deuxième était axée sur la modélisation de la qualité de l'air.



NANOMATÉRIAUX

En matière d'évaluation et de maîtrise des risques liés aux nanomatériaux, l'Ineris est engagé sur différentes thématiques dans le cadre de projets nationaux et internationaux.

Les méthodologies développées par l'Institut, avec l'appui de partenaires, sont proposées en tant que normes, guides, ou lignes directrices dans les instances normatives européennes ou internationales (CEN, ISO, OCDE).

■ PROJETS EUROPÉENS

Bilan des projets en cours ou achevés

L'Institut s'est mobilisé en 2019 sur plusieurs projets européens. Parmi eux, le projet Calibrate, conduit par le NRCWE*, qui visait à établir un système de gouvernance des risques sur la santé humaine et l'environnement liés aux nano-objets et aux matériaux qui les contiennent. L'Ineris a notamment fourni dans ce cadre des données de terrain pour calibrer et valider une partie des modèles sur la perception, la surveillance et le management des risques. Autre projet, coordonné par le NERC** : Nanofase, dont l'objectif était de proposer un cadre d'évaluation de l'exposition aux nanoparticules issues des nanoproducts industriels.

L'Ineris a établi des scénarii d'émissions chronique et accidentelle, et réalisé des campagnes de mesures de surveillance sur un site producteur et un site utilisateur de nanomatériaux. L'Ineris coordonnait par ailleurs deux autres projets européens qui se sont achevés en 2019 : EC4SafeNano, consacré à la création d'un centre d'expertise européen dédié à la gestion des risques liés aux nanotechnologies, et Nanoreg2, sur le développement et l'implémentation industrielle des approches de catégorisation des dangers et de Safe-by-design pour les nanomatériaux dans un cadre réglementaire européen.

* National Research Center for the Working Environment : <http://bit.ly/2Spjkb3>

** Natural Environment Research Council : <http://bit.ly/2Srl6bE>

■ PROJET EUROPÉEN

La sécurité des nanomatériaux dans le médical

La compréhension actuelle de la sécurité des bionanomatériaux utilisés dans des médicaments et de manière plus générale dans des équipements médicaux est incomplète. Dans le cadre du projet européen Biorima, l'Institut s'est vu confier le développement des outils sur le risque accidentel (explosion et dispersion massive). L'Institut s'appuiera sur les avancées réalisées dans les projets européens Marina, Nanovalid, Nanoreg et Nanofase. Ces outils seront ensuite intégrés au système d'aide à la décision du projet qui sera à terme mis à disposition des acteurs du risque.

■ RISQUE INCENDIE ET EXPLOSION

Un protocole pour évaluer les effets des nanopoudres

Les nanopoudres, selon leurs composition, morphologie, granulométrie et propriétés de surface, peuvent présenter des risques accrus d'inflammabilité et d'explosivité. Les essais expérimentaux dédiés à la caractérisation de ces risques présentent des limitations (risques pour l'opérateur, problématiques de mises en œuvre des protocoles, coût de l'essai, difficulté à interpréter les résultats pour une analyse de risques) qu'il convient d'étudier et de réduire. Le sujet a fait l'objet d'une spécification technique (CEN TS 17274) publiée en 2019, élaborée par le Comité européen de normalisation (CEN TC 352) sous la houlette de l'Ineris.

■ MÉTHODES D'ESSAIS ET LIGNES DIRECTRICES

Vers une harmonisation des pratiques

Afin de mieux appréhender le risque lié aux nanomatériaux, la réglementation européenne Reach exige davantage d'informations physico-chimiques, toxicologiques, écotoxicologiques. L'Initiative Malta, à laquelle participe l'Ineris, est née de ce besoin. Elle regroupe différents pays européens et vise à favoriser la conception de méthodes de caractérisation spécifiques portant sur différents paramètres (distribution en taille, surface spécifique, pulvérulence, dissolution, adsorption, hydrophobicité, etc.). Les nouvelles méthodes et données harmonisées issues de l'Initiative Malta seront par ailleurs traduites en nouvelles

lignes directrices OCDE dans le cadre du projet Gov4nano. Ce dernier vise à développer un conseil européen de gouvernance du risque nanotechnologique qui permettra de mieux traduire les priorités scientifiques et sociétales de ce type de risque en réglementation et normalisation. Le projet NanoHarmony vise quant à lui à promouvoir les méthodes d'essai et lignes directrices harmonisées OCDE pour les nanomatériaux particuliers (fibres ou matériaux de géométries et fonctions complexes) non traités dans Gov4nano.

PERTURBATEURS ENDOCRINIENS

Les impacts des perturbateurs endocriniens (PE) s'exercent à la fois sur l'Homme et sur l'environnement. L'Ineris s'appuie sur ses connaissances des sciences du vivant pour caractériser les dommages et développer des essais permettant d'identifier les dangers de ces substances.

■ PERTURBATEURS ENDOCRINIENS

Quels effets sur le cerveau ?

François Brion, ingénieur de l'unité Écotoxicologie in vitro et in vivo

« Des données récentes suggèrent l'existence de liens entre des expositions aux PE et des altérations de fonctions cérébrales qui pourraient expliquer les troubles neurodéveloppementaux et neurocognitifs dont les incidences augmentent. Chez les poissons, le test Easzy a permis de montrer que de nombreux PE sont capables de perturber, au stade embryonnaire, l'expression d'une enzyme, cytochrome P450 aromatasase B, responsable de la synthèse des neuroestrogènes dans les cellules gliales radiaires.

Ces cellules jouent un rôle important dans le développement du cerveau puisqu'elles donnent naissance à de nouvelles cellules dont certaines se différencient en neurones. Quelles sont les conséquences toxicologiques à court et long terme ? Cette question est une thématique du programme ANR FEATS, retenu en 2019 et coordonné par l'Ineris. Notre stratégie repose sur la conduite d'expérimentations sur des modèles de poissons zèbres exposés à un panel de substances a priori



connues pour avoir des effets sur l'expression du cytochrome P450 aromatasase B afin d'explorer les effets sur le développement du cerveau et du comportement. »

■ INTERSEXUALITÉ DES CYPRINIDÉS

État des lieux en France métropolitaine

Afin d'établir une représentation de l'intersexualité (occurrence et sévérité) dans les cours d'eau sur l'ensemble du territoire et ainsi d'identifier les sites à risques sur lesquels des actions spécifiques pourraient être mises en œuvre, l'Ineris a réalisé des mesures sur 237 sites en partenariat avec l'Agence française pour la biodiversité sur 4 espèces de cyprinidés. Les résultats en cours d'exploitation montrent des taux d'intersexualité et/ou de sévérité particulièrement élevés sur certains sites.

■ IDENTIFICATION DES PE

Des poissons fluorescents pour améliorer le criblage

Le projet AIDEZ coordonné par l'Ineris vise à améliorer le test réglementaire de criblage des PE (TG230) de l'OCDE à l'aide de poissons zèbres transgéniques. L'intérêt de l'utilisation de ces lignées transgéniques est double : mieux comprendre les mécanismes d'action des composés PE (pesticides azolés, progestatifs de synthèse, œstradiol...) non pris en compte dans les tests actuels, et réduire le temps d'analyse grâce à une quantification de la fluorescence par imagerie du poisson zèbre *in vivo*. Après avoir étudié les effets de l'œstradiol et du prochloraz (fongicide), l'année 2019 a été consacrée à l'étude des effets d'autres fongicides azolés et de progestatifs de synthèse. L'analyse de l'ensemble des données et notamment des liens entre les concentrations d'exposition, les mécanismes d'action et les effets au niveau individuel permettra de raffiner le test réglementaire.

■ COHORTE ELFE

Estimation de l'exposition au bisphénol A

Lancée en 2011, l'étude Elfe rassemble 18 000 enfants suivis sur une durée de 20 ans afin de caractériser la relation entre l'environnement et le développement, la santé et la socialisation des enfants. L'Ineris est intervenu sur le volet périnatal pour estimer l'exposition au bisphénol A des femmes enceintes de la cohorte. Le travail a consisté à transposer les concentrations urinaires mesurées lors des campagnes de biosurveillance en doses journalières d'exposition, afin de pouvoir les comparer directement à des valeurs toxicologiques de référence. Les résultats ont montré que l'ensemble des doses journalières estimées se situent en dessous des valeurs toxicologiques. La modélisation a également permis de définir des profils internes d'exposition chez la mère et le fœtus lors de la grossesse.

 Pour en savoir plus : www.elfe-france.fr

ÉCOTOXICOLOGIE ET QUALITÉ DES MILIEUX AQUATIQUES

L'Ineris mène des travaux pluridisciplinaires sur la question des substances dans l'environnement, et notamment sur la contamination des milieux aquatiques en lien avec la directive-cadre sur l'eau.

■ SURVEILLANCE ACTIVE

Biosurveillance active : une approche pertinente

Afin d'évaluer l'état des masses d'eau et de prédire les impacts de la contamination chimique générale sur les organismes vivants et les écosystèmes, des outils ont été développés. En particulier les biomarqueurs, qui peuvent être utilisés sur des organismes autochtones, ou sur des individus de laboratoire. Une thèse menée par Audrey Catteau, dirigée par l'Institut et soutenue le 20 décembre 2019, a étudié le potentiel de l'utilisation de l'épinoche à trois épines. Les réponses biologiques sur plusieurs fonctions physiologiques ont d'abord été caractérisées (stress oxydant, réponse immunitaire...) afin d'être représentatives de l'état de santé de l'organisme. L'approche a ensuite été déployée sur le terrain pour évaluer l'efficacité d'une zone humide tampon construite en aval d'une station de traitement des eaux usées, d'évaluer l'effet potentiel de plusieurs effluents de stations de ce type sur le milieu et de discriminer différents sites le long du bassin de la Meuse. Le déploiement des outils a mis en évidence la pertinence de l'espèce modèle et des biomarqueurs sélectionnés dans la caractérisation des effets sur les milieux aquatiques de ce type d'installation.

■ MICROPOLLUANTS

État des lieux des rejets dans l'eau en France et en Europe

L'Ineris mène depuis plusieurs années des travaux sur les inventaires d'émissions de substances vers les eaux de surface avec l'Agence française pour la biodiversité. Dans le cadre du plan micropolluants 2016-2021, l'Ineris contribuera en 2020 aux côtés de la direction de l'Eau et de la Biodiversité et des agences et offices de l'eau, à la nouvelle version du « Guide pour l'inventaire des

émissions, rejets et pertes de micropolluants vers les eaux de surface ». D'autres travaux sont prévus. À l'échelle française, une analyse transverse des inventaires d'émissions réalisés en 2019 par les différentes agences de l'eau sera proposée. À l'échelle européenne, il s'agira de rejoindre une initiative menée par l'EEA* portant sur le « reporting » des émissions dans l'eau en Europe.

■ SURVEILLANCE

Les bioessais à l'étude

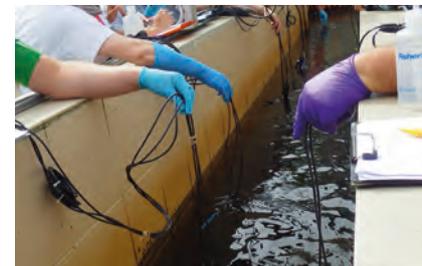
Les analyses chimiques menées dans le cadre de la surveillance réglementaire de l'eau sont ciblées sur les composés actifs connus et ne tiennent pas compte des effets de mélange. Des bioessais *in vitro* et *in vivo* développés par l'Ineris permettent de détecter et de quantifier la présence de substances perturbateurs endocriniens (PE) et dioxin-like (DL). Leur utilité pour dresser un diagnostic sur les contaminations par des micropolluants organiques en complément

aux analyses chimiques a été démontrée. Il s'agit désormais de démontrer qu'ils sont applicables dans un contexte opérationnel de surveillance. L'Ineris mène actuellement une étude visant à évaluer l'état de contamination d'eaux de surface continentales et littorales par les PE et DL sur 20 sites à l'échelle nationale à l'aide d'une batterie de bioessais *in vitro* et *in vivo*. Ces travaux sont menés dans le cadre d'Aquaref et du réseau de surveillance prospective.

■ OPÉRATION D'ÉCHANTILLONNAGE D'EAU

Un nouvel essai d'aptitude

Dans le cadre du programme Aquaref*, des essais d'aptitude pour l'échantillonnage d'eau et les mesures *in situ* ont été mis en place dès 2018. Ils jouent un rôle essentiel dans la qualité des résultats de mesure en fournissant un indicateur de performance aux organismes de prélèvement. L'Ineris et le Laboratoire national de métrologie et d'essais (LNE), en collaboration avec le Bipea** ont organisé fin septembre 2019, un nouvel essai. Une vingtaine



d'équipes de préleveurs a été évaluée sur la mesure des paramètres *in situ* (pH, température, oxygène, turbidité) sur une base de loisirs, un canal de sortie de station d'épuration et deux cours d'eau de l'Oise.

■ Pour en savoir plus : www.aquaref.fr

* Laboratoire national de référence pour la surveillance de la qualité des milieux aquatiques

** Bureau Interprofessionnel d'études analytiques

DANGEROUSITÉ DES SUBSTANCES CHIMIQUES

L'expertise de l'Ineris s'appuie sur l'identification des dangers physiques, toxicologiques et écotoxicologiques des substances par des approches expérimentales (*in vitro* et *in vivo*) et la modélisation moléculaire QSAR /QSPR.

■ SITUATIONS ACCIDENTELLES

Maîtriser les risques d'incompatibilité chimique

Les opérations de transfert d'un produit depuis son container de transport (citerne ferroviaire ou routière) vers son container de stockage peuvent être sources de réactions chimiques dangereuses pouvant entraîner des situations accidentelles. Le risque d'incompatibilité chimique lors de ces opérations dites « de dépotage » ou « d'emportage » est plus ou moins bien pris en compte. Des disparités sont notamment observées dans le calcul des distances des effets toxiques, en raison notamment d'une méconnaissance de la cinétique du phénomène réactionnel à grande échelle. Le projet GRICHim, lancé

en 2018 par l'Ineris pour une durée de trois ans, vise à mieux appréhender les séquences accidentelles lors des opérations de dépotage, leurs probabilités ainsi que la performance des barrières de sécurité techniques, humaines et organisationnelles, permettant de les maîtriser. La démarche proposée par l'Institut consiste à étudier les risques en se basant sur les configurations industrielles et les bonnes pratiques identifiées par les industriels et à réaliser des expérimentations à petite et grande échelle sur des mélanges de produits sélectionnés.

En 2019, après avoir réalisé des essais de *screening* en laboratoire, les équipes de l'Ineris ont travaillé sur le dimensionnement d'un banc expérimental afin de réaliser ces essais à grande échelle. Le projet ouvert aux industriels donnera lieu à plusieurs livrables, notamment une méthode d'évaluation des futures barrières, un protocole expérimental, et une documentation de référence précisant les cas où le risque chimique doit être pris en compte.



■ PROJET EUROMIX

Évaluer les risques des mélanges

Le projet européen EuroMix* avait pour objectif d'élaborer des outils *in silico* et *in vitro*, afin de mieux évaluer les risques sanitaires lors d'une exposition à de multiples produits chimiques susceptibles de produire des effets similaires. Il a donné naissance à une boîte à outils utilisable par les autorités nationales de sécurité des aliments, les instituts de santé publique, les industriels et les organismes de réglementation. Pour cette boîte à outils, l'Ineris a développé un modèle PBPK (pour *Physiologically-Based Pharmacokinetic*) générique et l'a évalué sur neuf produits chimiques (trois perturbateurs endocriniens, trois inducteurs de la stéatose hépatique et trois toxiques pour le développement). L'Ineris a également participé à l'étude de biosurveillance et évalué l'exposition journalière d'une cohorte norvégienne aux bisphénols A, S et F au moyen de la modélisation PBPK.

* *European Test and Risk Assessment Strategies for Mixtures*

📖 Pour en savoir plus: www.euromixproject.eu

■ SUBSTANCES PBT

Évaluation de la boîte à outil QSAR de l'OCDE

La mise en œuvre d'une stratégie de prévention des risques chimiques passe par l'identification des substances chimiques persistantes, bioaccumulables et toxiques (PBT). Les outils QSAR (pour *Quantitative Structure - Activity - Relationships*) qui relient des propriétés moléculaires à un effet sur le vivant, sont utilisés pour caractériser rapidement les propriétés PBT d'une substance. Mis à disposition dans la boîte à outils BAO-QSAR de l'OCDE, ils jouent un rôle

clé dans la réglementation. En 2019, l'Ineris a comparé le pouvoir prédictif des modèles de cette boîte à outil pour la hiérarchisation des substances PBT à celui des classifications P (persistance dans l'environnement) et B (bioaccumulation dans les tissus humains et animaux) élaborés par l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA). Les résultats ont conduit à l'identification des points de force et des axes d'amélioration pour l'outil.

DANGEROUSITÉ DES SUBSTANCES CHIMIQUES

■ RÉGLEMENT EUROPÉEN REACH

Bilan d'activités du Service national d'assistance

Entré en vigueur en 2007, le règlement européen Reach vise à sécuriser la fabrication et l'utilisation des substances chimiques dans l'industrie européenne. L'Ineris assure le Service national d'assistance (SNA) qui répond aux interrogations des industriels sur les aspects réglementaires et techniques de ce texte et les obligations qui en découlent. En 2019, il a répondu à 884 questions par écrit et 1390 questions par téléphone et a publié 13 lettres d'information dont 3 numéros spéciaux (Brexit / microplastiques / textiles). L'Institut participe par ailleurs au projet Life AskReach dont l'objectif est d'améliorer la

substitution des substances extrêmement préoccupantes (SVHC) dans les produits. Le projet vise à contribuer à réduire les expositions en sensibilisant et en modifiant le comportement d'achat des consommateurs ainsi que les approches de conception des produits par les acteurs du marché. Pour y parvenir, le pré-lancement d'une application pour smartphone reliée à une base de données sur les articles a été testé en 2019. Elle permettrait d'améliorer la communication entre consommateurs et entreprises, mais aussi entre producteurs, fournisseurs et détaillants. Elle sera disponible en 2020.

📄 Pour en savoir plus sur le SNA : <http://bit.ly/39wuiCz>

■ CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

Trois nouvelles publications en 2019

L'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquence fait l'objet de plusieurs travaux à l'Ineris, qui ont donné lieu à des publications :

- une analyse de la littérature sur les effets des téléphones portables sur l'activité électrique du cerveau (Wallace et Selmaoui, 2019) ;
- une mesure de l'exposition des nouveau-nés prématurés dans les unités pédiatriques (Dimitri et al., 2019), afin d'étudier dans un deuxième temps d'éventuelles conséquences qu'elle pourrait avoir sur leur santé ;
- une étude de marqueurs biologiques tels que le cortisol ou les IgA chez les individus se plaignant d'hypersensibilité électromagnétique (Andrianome et al., 2019).

■ MICROPLASTIQUES

De nouvelles mesures pour réduire les impacts

Laure Geoffroy, ingénieur, chargée du dossier de restriction des microplastiques à l'Ineris

« En janvier 2018, l'Union européenne a adopté la première stratégie européenne sur les matières plastiques. Cette stratégie pose les fondements d'une nouvelle économie des plastiques qui s'intègre dans le plan d'action européen pour une économie circulaire. En parallèle, dans le cadre du règlement Reach, l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA) a été chargée d'instruire un dossier de restriction pour l'utilisation de microplastiques intentionnels ajoutés à certaines catégories de produits (cosmétiques, peintures, détergents...). Le dossier est en cours d'analyse depuis 2019 par le comité d'évaluation des risques avec pour co-rapporteurs l'Italie et la France, qui a confié cette mission à l'Ineris. Cette instruction devrait s'achever courant 2020. En parallèle, l'Ineris a contribué à l'élaboration d'un argumentaire visant à

défendre les besoins en normalisation dans le domaine des plastiques et microplastiques. Leur présence dans l'environnement constitue un enjeu important qui a conduit l'Institut à se doter en 2019 d'une veille sur le sujet, donnant lieu à six bulletins sur ce thème dans l'année. »



■ CERTIFICATION

Papiers thermiques « sans BPA » et « sans phénols ajoutés »

En plus des fabricants et des utilisateurs, la certification a été étendue en 2019 aux transformateurs/fournisseurs de papiers thermiques. Deux premières certifications ont ainsi été attribuées aux

transformateurs Schades/R+S et Iconex. La démarche de certification s'est par ailleurs simplifiée pour les utilisateurs finaux, pour lesquels l'Institut émet des certificats d'usage de marque.

📄 Pour en savoir plus : <http://bit.ly/2OQ0pp6>

CONTRAT D'OBJECTIFS ET DE PERFORMANCE 2016-2020

Indicateurs et informations 2019

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		2018		2019	
		Cible	Réalisé	Cible	Réalisé	Cible	Réalisé	Cible	Réalisé
RECHERCHE	Part de l'activité de l'Institut consacrée à la recherche	> 20 %	19,3 %	> 20 %	19,0 %	> 20 %	19,7 %	> 20 %	20,2 %
	Taux de succès à l'Europe	25 %	20 %	25 %	43 %	25 %	36 %	25 %	42 %
	Nombre de publications dans des revues à comité de lecture référencées ISI	100	105	100	100	95	97	95	97
	Nombre de coordinations de projets européens par l'Ineris	Sans cible	3	Sans cible	3	Sans cible	2	Sans cible	2
	Nombre de doctorants	Sans cible	39	Sans cible	36	Sans cible	36	Sans cible	38
	Nombre de titulaires d'une HDR	Sans cible	17	Sans cible	18	Sans cible	18	Sans cible	18
	Nombre d'unités mixtes de recherche	Sans cible	2	Sans cible	2	Sans cible	2	Sans cible	2
APPUI	Taux de satisfaction des pouvoirs publics	> 95 %	98,1 %	> 95 %	97,7 %	> 95 %	99,8 %	> 95 %	100,0 %
	Nombre de visites (en million) des sites Internet de l'Ineris	croissant	5,0	croissant	6,6	croissant	3,1 (*)	croissant	4,5
	Parution d'un bulletin annuel de veille prospective	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
	Nombre d'appuis directs aux instances européennes et internationales	Sans cible	6	Sans cible	2	Sans cible	7	Sans cible	11
	Nombre de guides et d'outils méthodologiques produits par l'Ineris, validés par les pairs puis diffusés	Sans cible	11	Sans cible	9	Sans cible	10	Sans cible	5
	Nombre d'activations de la Casu	Sans cible	42	Sans cible	44	Sans cible	43	Sans cible	63
	Nombre de normes publiées auxquelles l'Ineris a contribué	Sans cible	50	Sans cible	42	Sans cible	73	Sans cible	53
	Nombre d'essais réalisés sur la plateforme expérimentale S-Nano avec des équipes extérieures	Sans cible	2	Sans cible	1	Sans cible	0	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	Sans cible	0	Sans cible	1
	Nombre d'appuis à la mise en œuvre de plans d'action Praprica sur la maîtrise des risques des cavités souterraines	Sans cible	1	Sans cible	1	Sans cible	1	Sans cible	1
Nombre de parangonnages réglementaires internationaux en lien avec les sujets du COP	Sans cible	4	Sans cible	4	Sans cible	4	Sans cible	3	

(*) Le nouvel outil de statistique a changé. Il ne décompte pas les connexions de la même manière que le précédent outil.

CONTRAT D'OBJECTIFS ET DE PERFORMANCE 2016-2020

TYPE	INDICATEUR	2016		2017		2018		2019	
		Cible	Réalisé	Cible	Réalisé	Cible	Réalisé	Cible	Réalisé
EXPERTISE CONSEIL ET EXPERTISE RÉGLEMENTAIRE	Taux de satisfaction relatif au délai de réalisation de la prestation	> 90 %	90,4 %	> 90 %	90,6 %	> 90 %	82,2 %	> 92 %	88,3 %
	Part de l'activité consacrée aux prestations aux entreprises	25-30 %	26,0 %	25-30 %	26,1 %	25-30 %	25 %	25-30 %	25,7 % (**)
	Part du chiffre d'affaires consacrée à l'international	> 15 %	16 %	> 15 %	21,8 %	> 15 %	18,5 %	> 15 %	19,4 % (**)
	Nombre de schémas de certification volontaire actifs	13	14	13	14	13	14	14	14
	Taux de satisfaction des clients	Sans cible	92,6 %	Sans cible	94,7 %	Sans cible	91,8 %	Sans cible	94,8 %
	Nombre de réunions par an avec des partenaires associant financeur/incubateur/cluster sur une thématique donnée	Sans cible	4	Sans cible	6	Sans cible	5	Sans cible	10
	Nombre de formations certifiantes ou qualifiantes délivrées	Sans cible	2	Sans cible	2	Sans cible	2	Sans cible	3
MANAGEMENT ET FONCTIONS SOUTIEN	Présentation annuelle des résultats de la mise en œuvre du dispositif d'administration exemplaire	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
	Part des femmes dans le management	25 %	28 %	25 %	30 %	26 %	31 %	26 %	30 %
	Coût complet (base 100 en 2015)	< 102	103,2	< 104	103,3	< 106	103	< 108	119 (***)
	Nombre d'avis rendus par la Core	3	4	3	3	3	7	3	7
	Budget consacré à la qualité de vie au travail	Sans cible	258	Sans cible	259	Sans cible	261	Sans cible	202,6
	% postes pourvus par mobilité interne	Sans cible	72 %	Sans cible	45 %	Sans cible	58 %	Sans cible	37,9 %
	Nombre d'actions destinées à l'accompagnement des managers	Sans cible	31	Sans cible	37	Sans cible	20	Sans cible	9
	Taux de financement propre de l'Ineris	Sans cible	45,3 %	Sans cible	45,5 %	Sans cible	43,7 %	Sans cible	43,7 %
	Nombre de citations dans la presse suite aux initiatives engagées par l'Institut	Sans cible	65	Sans cible	40	Sans cible	187	Sans cible	85

(**) Chiffre provisoire en attente de la clôture des comptes des filiales.

(***) Ce montant intègre une provision exceptionnelle liée à la taxe sur les salaires pour les années 2016 à 2018. Le niveau du coût complet corrigé de cette provision exceptionnelle est de 105.



Institut national de l'environnement industriel et des risques

Parc Technologique Alata - BP 2 - 60550 Verneuil-en-Halatte
03 44 55 66 77 - ineris@ineris.fr - www.ineris.fr

INERIS

*maîtriser le risque
pour un développement durable*