



# FORMATION CONTINUE 2017

Géologie

Ressources en eau souterraine

Géothermie

Mines, carrières, après-mine

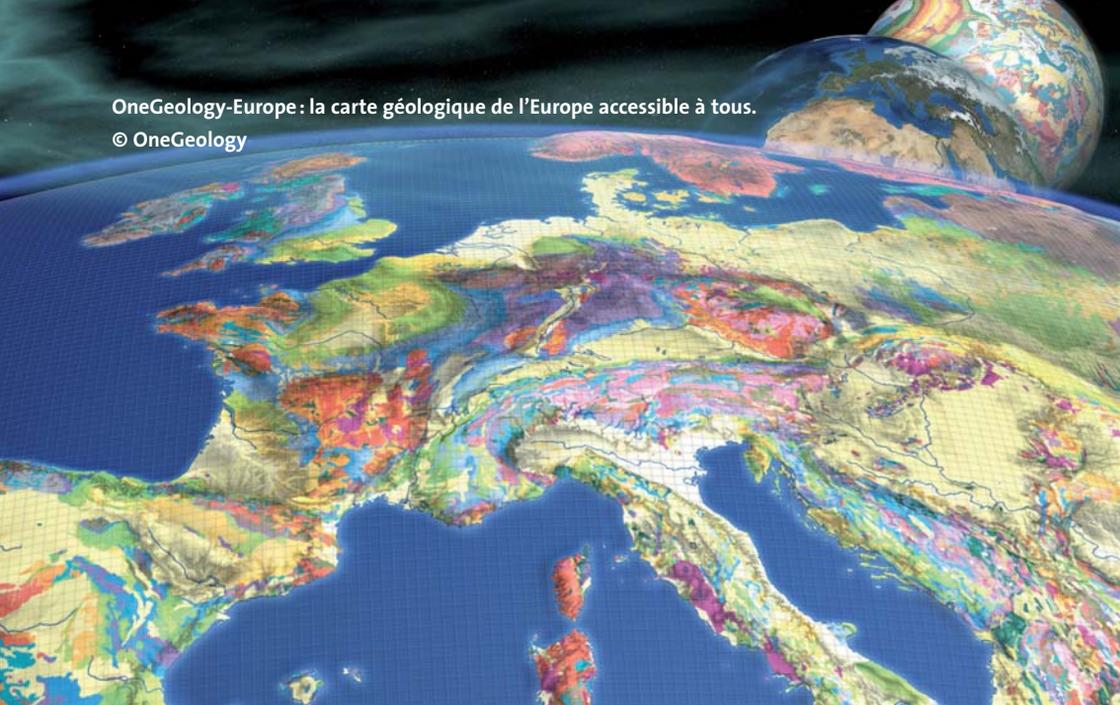
Sites et sols pollués, déchets,  
évaluation environnementale

Risques naturels, géologiques  
et hydrométéorologiques

Changement climatique



brgm formation



## VOS BESOINS

- Vous intervenez pour une entreprise et :
  - vous travaillez dans le secteur minier, dans le domaine de l'énergie, en travaux publics ;
  - vous mettez en œuvre les réseaux de vie (eau, électricité, communication, réseaux et infrastructures routiers, réseaux d'assainissement...);
  - vous gérez le déploiement de la RSE, appliquez les réglementations, développez de nouvelles sources d'énergie, recherchez une ressource en eau, etc.
- Vous appartenez à un organisme public ou rattaché à l'État, et :
  - vous participez à la rédaction et/ou à la mise en œuvre des réglementations qui concernent les usages du sol et du sous-sol (police de l'eau, transition énergétique, gestion des risques) ;
  - vous intervenez en aménagement du territoire, dans un objectif de gestion thématique ou intégrée et durable.
- Vous êtes ingénieur, chercheur ou enseignant et vous avez besoin de maîtriser les outils pour la connaissance du sol du sous-sol et d'envisager les applications de cette connaissance.
- Votre activité professionnelle ou vos projets vous amènent à vous préoccuper des usages du sol et du sous-sol, dans ses différentes composantes et de gagner en compétence dans ces domaines.

## NOTRE RÉPONSE

L'offre BRGM Formation répond à ces besoins en proposant :

- 74 formations courtes au catalogue qui reflètent notre connaissance du sol et du sous-sol et de ses applications à l'environnement et l'aménagement, à Orléans, Paris, ou en régions, à la demande.
- des formations sur mesure, pour répondre au plus près de votre demande, réalisées au sein de votre entreprise, pour vos salariés.

# ÉDITO



Dans une société en pleine évolution qui doit répondre à de nombreux défis environnementaux et économiques, la formation est un atout essentiel pour permettre aux acteurs socio-économiques de s'adapter et de se développer, via le transfert de compétences opéré par les acteurs de la recherche et de l'innovation.

C'est l'une des missions confiées au BRGM, établissement public de référence pour les applications des sciences de la terre à la gestion des ressources et des risques liés à l'usage du sol et sous-sol.

BRGM Formation se propose de répondre aux besoins économiques, sociétaux et environnementaux d'un monde en évolution, dans un objectif de développement durable et de responsabilité sociétale et environnementale.

S'appuyant sur l'expertise scientifique et technique de ses formateurs, ingénieurs et chercheurs au BRGM, ces formations sont destinées autant aux salariés des organismes publics (décideurs, maîtres d'ouvrage pour l'application de la réglementation, agences d'objectifs, gestionnaires territoriaux de la ressource en eau ou des risques) que ceux des entreprises privées (responsables environnements, bureaux d'études et sociétés d'ingénierie, aménageurs, gestionnaires de réseaux et d'infrastructures...)

L'offre de formation 2017 est structurée, autour du cœur de métier du BRGM qu'est la géologie, dans ses différents thèmes d'application à l'environnement et à l'aménagement des territoires. Les formations traitent de la connaissance et de l'usage des ressources du sous-sol, mais aussi des contraintes et risques liés à cet usage. Parmi ceux-ci émerge un nouveau besoin, celui de savoir répondre pour s'adapter aux conséquences du changement climatique, quand cela implique le comportement ou le rôle du sol et du sous-sol.

Devant un besoin croissant de sécuriser les ressources autant que les conséquences de leur exploitation sur l'environnement, on peut s'attendre, dans les décades à venir, à l'apparition de nouveaux métiers de l'environnement. Dans ses domaines de compétence, BRGM Formation doit accompagner cette évolution. Pour cela, dès 2017, la notion de parcours de formation est proposée dans l'offre de BRGM Formation, pour répondre au besoin d'amélioration de compétences, tant vers un métier, qu'au sein d'un métier, selon les objectifs de la réforme de la formation continue (loi 2014-288 du 5 mars 2014).

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Toulhoat', written over a horizontal line.

Pierre Toulhoat  
*Président-Directeur général du BRGM  
(par intérim)*

# BRGM FORMATION

## Répondre aux besoins économiques, environnementaux et sociétaux

BRGM Formation a été créé, au sein du BRGM, sur le constat d'une forte demande de transfert des compétences du BRGM, en matière de connaissance du sol et du sous-sol, mais aussi de gestion des ressources (eau, matériaux, énergie) et des risques liés à son usage. Les clients (entreprises et organismes publics) veulent accroître leur capacité à utiliser le sol et le sous-sol, dans un objectif de développement durable et de lutte contre le changement climatique. Cela répond à la mission de transfert des compétences vers la société et l'économie spécifiée dans le contrat d'objectif 2013-2017 du BRGM avec l'État.

## L'ÉQUIPE

BRGM Formation bénéficie d'un vivier de formateurs et d'une équipe permanente en charge de l'ingénierie administrative, logistique et pédagogique de cette activité.

Les formateurs sont des ingénieurs, chercheurs ou techniciens de l'entreprise, experts dans leur domaine, issus des directions opérationnelles du BRGM et formés à la pédagogie de la formation continue. Quand des compétences complémentaires sont nécessaires, des formateurs extérieurs sont sollicités.

## LE CATALOGUE

En 2017, BRGM Formation propose 74 formations, dont 10 nouvelles, décrites dans ce catalogue et réalisées en une centaine de sessions, à Orléans, à Paris ou éventuellement dans les régions. Elles reflètent les domaines où la compétence du BRGM peut répondre aux besoins de formations identifiés. Au fil de ce catalogue, il est possible de construire des **parcours de compétence** ou d'acquisition de connaissance permettant une progression de la compétence sur le thème. Cette démarche est un premier pas vers l'orientation « métiers » de la réforme de la formation continue, lancée en 2015.



*Une partie de l'équipe BRGM Formation accompagnée de ses membres permanents Charlotte Vinchon et Sabrina Ramiro (à droite). © BRGM – Nolwenn Hervio*

## LES AUTRES TYPES DE FORMATION

BRGM Formation conçoit, à votre demande, des formations « **sur mesure** » pour répondre au mieux à vos besoins. Elles sont élaborées avec vous ou adaptées à partir de formations existantes, comme celles qui sont déclinées en région ou à l'international (en français, anglais ou espagnol). Votre demande « sur mesure » peut aussi faire appel à des compétences qui ne sont pas affichées au catalogue, mais qui existent au BRGM. N'hésitez pas à nous contacter.

À la demande d'autres organismes de formation, BRGM Formation intervient également **au sein de formations organisées par d'autres organismes**.

Quelques-uns de nos clients ayant recours à nos formations « sur mesure » :



## NOS PARTENAIRES

BRGM Formation est associé à différents organismes et entreprises afin de proposer une offre cohérente et complémentaire dans les différents domaines de l'environnement et de l'aménagement du territoire. Ils sont prescripteurs de formations :



Ils interviennent dans l'élaboration de formations et, pour certains, participent à leur diffusion et réalisation :



Ils animent des formations :



# NOTRE ENGAGEMENT QUALITÉ

BRGM Formation, au sein du BRGM certifié ISO 9001 et 14001, applique les objectifs et principes de qualité qu'exige cette certification. Il est dans une démarche d'amélioration continue, pour s'adapter à votre demande et aux exigences de la réforme de la formation (loi 2014-288 du 5 mars 2014).

Chaque formation, au catalogue ou sur mesure, fait l'objet d'une fiche descriptive puis d'un support de cours, construit interactivement par les formateurs et validé par l'équipe permanente de BRGM Formation afin de garantir la conformité du déroulement de la session aux spécifications annoncées.

Les objectifs des formations et leur contenu pédagogique sont réévalués régulièrement par BRGM Formation et adaptés autant que nécessaire à l'attente des participants, lors de l'inscription et par une évaluation en fin de stage.

La qualité pédagogique est assurée par la formation de nos formateurs et l'encadrement de l'équipe permanente. Les formateurs sont choisis parmi les experts du sujet abordé dans la formation qu'ils animent.

Grâce à la forte diversité dans l'origine professionnelle des participants (institutionnels, privés), nos formations favorisent les échanges et la complémentarité des enjeux et des attentes.

# SOMMAIRE SIMPLIFIÉ

## GÉOLOGIE

Initiation à la géologie	p. 12 à 14
Géologie de la surface	p. 15 à 16
Outils de la géologie	p. 17 à 20
Traitement, modélisation et représentation de la géologie	p. 21 à 25

## RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE

Connaissances de base	p. 28 à 29
Gestion de l'eau souterraine	p. 30 à 40
Vulnérabilité de l'eau souterraine aux pollutions	p. 41 à 44

## GÉOTHERMIE

46

## MINES, CARRIÈRES, APRÈS-MINE

Exploration minière	p. 54 à 56
Gestion des matériaux	p. 57 à 60
Ressources minérales secondaires	p. 61
Après-mine	p. 62 à 64

## SITES ET SOLS POLLUÉS, DÉCHETS, ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE

Sites et sols pollués	p. 68 à 80
Stockage des déchets	p. 81
Évaluation environnementale	p. 82 à 83

## RISQUES NATURELS, GÉOLOGIQUES ET HYDROMÉTÉOROLOGIQUES

84

## CHANGEMENT CLIMATIQUE: APPORTS DES GÉOSCIENCES

94

# SOMMAIRE DÉTAILLÉ

	CODE	DURÉE	DATES	TARIF HT	PAGE
<b>GÉOLOGIE</b>					<b>10</b>
<b>Initiation à la géologie</b>					
Bases et enjeux de la géologie	GEO01	2 jours	16-17 mai / 18-19 mai	1180 €	12
Géologie: théorie et pratique	GEO02	4 jours	12-16 juin 25-29 septembre	2790 €	13
Les terrains traversés par les forages courts	GEO03	2 jours	30-31 janvier	1180 €	14
<b>Géologie de la surface</b>					
Géologie de la surface: les altérites	GEO04	5 jours	29 mai-2 juin	3350 €	15
Géologie de la surface: les dépôts sédimentaires quaternaires	GEO05	4,5 jours	18-22 septembre	3055 €	16
<b>Outils de la géologie</b>					
Initiation à la téledétection appliquée à la géologie et à l'environnement	GEO06	2 jours	16-17 mai	1180 €	17
Les méthodes géophysiques	GEO07	3 jours	27-29 juin	1770 €	18
Imagerie du sous-sol par tomographie de résistivité électrique	GEO08	3 jours	7-9 février	1770 €	19
Initiation à la caractérisation des roches et minéraux	GEO09	3 jours	29-31 mars	1770 €	20
<b>Traitement, modélisation et représentation de la géologie</b>					
Géostatistique et interpolation en géosciences	GEO10	3 jours	14-16 mars 2-5 octobre	1770 €	21
Initiation à la modélisation géologique 3D avec Geomodeller	GEO11	3 jours	20-22 juin	1770 €	22
Pratique du logiciel GDM Standard	GEO12	3 jours	7-9 mars 10-12 octobre	1770 €	23
Modélisation géologique multicouche à l'aide de GDM MultiLayer	GEO13	2 jours	16-17 mars 17-18 octobre	1180 €	24
Pratique du logiciel GDM sur ArcGIS	GEO14	1 jour	21 mars 13 octobre	590 €	25
<b>RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE</b>					<b>26</b>
<b>Connaissances de base</b>					
Bases et enjeux de l'hydrogéologie	EAU01	2 jours	18-19 mai	1180 €	28
Initiation à l'hydrogéologie pratique	EAU02	5 jours	12-16 juin 25-29 septembre	2950 €	29
<b>Gestion de l'eau souterraine</b>					
Réglementation française et européenne dans le domaine de l'eau souterraine	EAU03	2 jours	11-12 mai 28-29 septembre	1180 €	30
Le forage d'eau, aspects techniques et réglementaires	EAU04	2,5 jours	8-10 février 10-12 octobre	1475 €	31
Interprétation et valorisation des données issues des pompages d'essai	EAU05	2,5 jours	14-16 février 7-9 novembre	1475 €	32
Opérations d'échantillonnage en eau souterraine	EAU06	3 jours	30 mai-2 juin 14-17 novembre	1770 €	33
Analyses chimiques de l'eau	EAU07	1,5 jour	28-29 juin	885 €	34
Traceurs isotopiques en géosciences	EAU08	2 jours	12-13 septembre	1180 €	35

	CODE	DURÉE	DATES	TARIF HT	PAGE
Produire et bancariser les données de l'eau souterraine dans ADES	EAU09	2,5 jours	21-23 mars 3-5 octobre	1475 €	36
Le référentiel hydrogéologique français BDLISA	EAU10	2 jours	28-29 juin	1180 €	37
La modélisation en hydrogéologie	EAU11	4 jours	3-6 octobre	2360 €	38
Initiation à la modélisation hydrogéochimique	EAU12	4 jours	25-29 septembre	2360 €	39
Approches économiques au service de la gestion de l'eau	EAU13	2 jours	7-8 décembre	1180 €	40

### Vulnérabilité de l'eau souterraine aux pollutions

Contamination des eaux souterraines	EAU14	3,5 jours	24-27 avril	2065 €	41
Nature et transfert des polluants dans les sols et les nappes	EAU15	3 jours	8-10 mars 18-20 octobre	1770 €	42
Contamination des eaux souterraines par les pesticides	EAU16	2 jours	6-7 avril 12-13 octobre	1180 €	43
Protection des aires d'alimentation de captage	EAU17	2 jours	13-14 juin 21-22 novembre	1180 €	44

### GÉOTHERMIE 46

Introduction à la géothermie	GTH01	1 jour	2 mars 15 novembre	590 €	48
Géothermie sur pompes à chaleur en collectif et tertiaire	GTH02	3 jours	28-30 mars 5-7 décembre	1770 €	49
Initiation au dimensionnement des champs de sondes géothermiques verticales	GTH03	3 jours	22-24 novembre	1770 €	50
Forages géothermiques	GTH04	3 jours	1-3 mars 4-6 juillet	1770 €	51

### MINES, CARRIÈRES, APRÈS-MINE 52

#### Exploration minière

Méthodes et bonnes pratiques de l'exploration minière	MCA01	4 jours	3-7 avril	2360 €	54
Initiation à la géologie et la métallogénie	MCA02	4,5 jours	13-17 novembre	2665 €	55
Initiation à l'économie minière responsable	MCA03	2 jours	5-6 juillet	1180 €	56

#### Gestion des matériaux

Matériaux et minéraux extraits de carrières	MCA04	2 jours	4-5 octobre	1180 €	57
Stabilité des flancs de carrières	MCA05	2 jours	27-28 juin 11-12 octobre	1180 €	58
Interaction d'un bassin de décantation avec le milieu environnant	MCA06	1 jour	8 juin	590 €	59
L'amiante dans l'environnement naturel	MCA07	2 jours	14-15 juin	1180 €	60

#### Ressources minérales secondaires

Recyclage des déchets électroniques	MCA08	1 jour	8 novembre	590 €	61
-------------------------------------	-------	--------	------------	-------	----

#### Après-mine

Les fondamentaux de la gestion de l'après-mine	MCA09	1 jour	19 septembre	590 €	62
Gestion de l'après-mine : principales applications	MCA10	3 jours	20-22 septembre	2360 €	63
Géologie environnementale	MCA11	5 jours	29 mai-2 juin 26-30 juin	3350 €	64

	CODE	DURÉE	DATES	TARIF HT	PAGE
<b>SITES ET SOLS POLLUÉS, DÉCHETS, ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE</b>					<b>66</b>

### Sites et sols pollués

Avancées réglementaires en appui à la gestion des sites et sols pollués	ENV01	2 jours	14-15 septembre	1180 €	68
Mise en œuvre des outils de gestion des sites et sols pollués	ENV02	3 jours	17-19 mai 12-14 septembre	1770 € HT 2124 € net	69
Échantillonnage des matrices eaux et solides sur sites et sols pollués	ENV03	3 jours	5-7 juin	1770 €	70
Échantillonnage des gaz du sol sur sites et sols pollués	ENV04	1 jour	14 septembre	590 €	71
Investigations et surveillance des sites et sols pollués	ENV05	3 jours	15-17 novembre	1770 €	72
Évaluation des risques sanitaires dans la gestion des sites et sols pollués	ENV06	3,5 jours	4-7 avril 2-5 octobre	2065 €	73
Surveillance des eaux souterraines au droit d'un site potentiellement pollué	ENV07	2 jours	30-31 mars	1180 €	74
Techniques de dépollution	ENV08	2 jours	11-12 avril 4-5 octobre	1180 € HT 1416 € net	75
Essais de faisabilité des opérations de dépollution et traitabilité des sols pollués	ENV09	1 jour	21 juin	590 €	76
Chantier de dépollution des sites et sols pollués	ENV10	2 jours	31 mai-1 <sup>er</sup> juin	1180 €	77
Mesures constructives applicables aux sites et sols pollués	ENV11	1 jour	26 avril 8 novembre	590 € HT 708 € net	78
Gestion hors site des terres excavées des sites et sols pollués	ENV12	1 jour	20 septembre	590 €	79
Gestion des sédiments et boues de dragage	ENV13	2 jours	17-18 octobre	1180 €	80

### Stockage des déchets

Confinement en centre de stockage de déchets	ENV14	2 jours	15-16 juin	1180 €	81
--	-------	---------	------------	--------	----

### Évaluation environnementale

Outils d'aide à la décision en évaluation environnementale	ENV15	2 jours	11-12 mai	1180 €	82
Études d'impact sur l'environnement	ENV16	2 jours	5-6 septembre	1180 €	83

### RISQUES NATURELS, GÉOLOGIQUES ET HYDROMÉTÉOROLOGIQUES 84

Les risques naturels géologiques et hydrométéorologiques	RNo1	1,5 jour	28-29 septembre	885 €	86
Prévention du risque sécheresse	RNo2	1 jour	7 février	590 €	87
Mieux connaître le risque sismique et la réglementation parasismique	RNo3	2 jours	16-17 mai 30 novembre-1 <sup>er</sup> décembre	1180 €	88
Réduction de la vulnérabilité sismique des bâtiments	RNo4	3 jours	21-23 novembre	1450 €	89
Les risques littoraux	RNo5	2 jours	11-12 mai	1180 €	90
Risques naturels, de l'aléa aux enjeux	RNo6	3 jours	7-10 novembre	1770 €	91
Traitement des incertitudes dans l'évaluation des risques	RNo7	2 jours	28-29 novembre	1180 €	92
Indemnisation des catastrophes naturelles en France	RNo8	1 jour	9 novembre	590 €	93

### CHANGEMENT CLIMATIQUE : APPORTS DES GÉOSCIENCES 94

Atténuation du changement climatique: le stockage géologique du CO <sub>2</sub>	CCo1	1 jour	27 avril	590 €	96
Changement climatique sur le sol et le sous-sol	CCo2	2 jours	29-30 novembre	1180 €	97
Aléas côtiers et changement climatique	CCo3	1 jour	7 septembre	590 €	98

# GÉOLOGIE



L'usage qui est fait du sol et du sous-sol place la connaissance géologique au cœur des problématiques de gestion de l'environnement et de l'aménagement. Les décideurs autant que les opérateurs ont besoin de se former aux bases de la géologie et à ses nombreux outils d'analyse. La géologie est historiquement le cœur de métier du BRGM et la raison d'être des applications qu'il a développées en environnement et en aménagement. BRGM Formation propose des formations pour répondre à ce besoin

**S'initier à la géologie** permet d'améliorer le dialogue entre les géologues et les acteurs du domaine privé ou de la sphère publique qui doivent intégrer le sous-sol dans leurs activités.

Trois formations sont proposées, en fonction du degré d'apprentissage attendu et du niveau initial de formation.

**La géologie des cent premiers mètres**

**sous la surface** présente un grand intérêt en termes de ressource en eau, et énergie, de ressources en minéraux et matériaux et d'aménagement du territoire. Les usages du sol ont souvent laissé ces terrains dans un état dégradé. Or, la loi NOTRE, qui impose d'aborder l'aménagement du territoire de façon intégrative, rend désormais indispensable la connaissance de ces terrains.

Les travaux du BRGM tant en géologie qu'en gestion des sols dégradés lui confèrent une forte expertise sur ces sujets et lui permettent de proposer des formations en géologie de la surface pour tous types de formations.

**Les outils et méthodes d'analyses** ont historiquement été élaborés pour la reconnaissance géologique et minière. Ces dernières décennies, la connaissance en géologie s'est appliquée à d'autres problématiques, notamment l'environnement, l'aménagement et la



Étude d'un profil d'altération sous une coulée  
basaltique (Arabie Saoudite, Harrat Rahat, 2012).

© BRGM - Alexis Gutierrez

gestion des risques, élargissant fortement ses champs d'applications.

Les formations élaborées par BRGM Formation peuvent constituer un parcours permettant d'acquérir une culture géologique généraliste, socle de connaissance pour se spécialiser ensuite dans l'une ou l'autre des applications de la géologie.

Les données recueillies lors des travaux géologiques (forages, levés, analyses) étaient traditionnellement rassemblées dans la banque de données du sous-sol du BRGM et interprétées et synthétisées sous forme de cartes géologiques. **L'élaboration d'outils de traitement numériques permet la gestion, la modélisation et la représentation de ces données issues du sol et du sous-sol**, pour de nombreuses applications tant géologiques qu'environnementales et liées à l'aménagement.

## Initiation à la géologie

- 12** Bases et enjeux de la géologie
- 13** Géologie : théorie et pratique
- 14** Les terrains traversés par les forages courts : reconnaissance de leur nature et évaluation des risques associés

## Géologie de la surface

- 15** Géologie de la surface : les altérites
- 16** Géologie de la surface : les dépôts sédimentaires quaternaires

## Outils de la géologie

- 17** Initiation à la télédétection appliquée à la géologie et à l'environnement
- 18** Les méthodes géophysiques : application à la connaissance du sous-sol
- 19** Imagerie du sous-sol par tomographie de résistivité électrique
- 20** Initiation à la caractérisation des roches et minéraux : les techniques physico-chimiques d'analyse

## Traitement, modélisation et représentation de la géologie

- 21** Géostatistique et interpolation en géosciences
- 22** Initiation à la modélisation géologique 3D avec Geomodeller
- 23** Pratique du logiciel GDM Standard : gestion des données des géosciences
- 24** Modélisation géologique multicouche à l'aide de GDM MultiLayer
- 25** Pratique du logiciel GDM sur ArcGIS : visionneuse géologique et outils géostatistiques

# Bases et enjeux de la géologie



2 jours

1180 € HT

16-17 mai / 18-19 mai 2017

Orléans

Cette formation est déclinable en région et à l'international.

## OBJECTIFS

- Acquérir un vocabulaire de base facilitant l'échange avec les géologues.
- Distinguer les différentes composantes de la géologie.
- Saisir les finalités et les enjeux liés à la géologie.
- Appréhender la durée des phénomènes géologiques.
- Comprendre, dans ses grandes lignes, une carte géologique.
- Décrire et classer une roche.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants auront acquis des bases pour distinguer les grandes familles de roches, auront plus de facilité à échanger avec les géologues, à lire de la littérature géologique (rapports...) et seront sensibilisés à l'importance de la géologie dans le quotidien.

## PUBLIC CONCERNÉ

Tout public

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Apports théoriques et applications pratiques.
- Travaux pratiques sur minéraux, fossiles et roches.
- Sortie en carrière : prévoir de bonnes chaussures et vêtements d'extérieur.

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « introduction aux géosciences et leurs applications » avec les formations EAU01, GTH01, RNO1 et MCA09.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### La géologie : objets et enjeux

- Géologie et géosciences : quels objets d'études ?
- Les enjeux de la géologie : applications et finalités.

### Le géologue : comment, pour quoi et pour qui travaille-t-il ?

- Le métier de géologue.
- Le géologue pour l'appui aux politiques publiques.
- Le géologue pour la recherche.
- Le géologue à l'international.

### Roches, minéraux et fossiles : les objets de base de la géologie

- Qu'est-ce qu'une roche, un minéral, un fossile ?
- Les minéraux.
- Les fossiles.
- Les roches.
- Méthodes d'étude des échantillons de roche.

### La Terre, comment ça marche ?

- Structure de la Terre.
- Tectonique globale.

### Échelles de temps et d'espace en géologie

- Le temps pour dater.
- Le temps pour mesurer les durées.
- Le temps pour corréler.
- La paléogéographie.
- Notions d'échelles.

### La carte géologique

- Qu'est-ce qu'une carte géologique ?
- Comment lire une carte géologique ?
- Comment est élaborée une carte géologique ?
- Historique et futur de la carte géologique.

# Géologie : théorie et pratique



4 jours

2 790 € HT

12-16 juin 2017  
25-29 septembre 2017

Balaruc-les-Bains

## OBJECTIFS

- Découvrir la chaîne des disciplines de la géologie.
- Comprendre les grandes notions scientifiques et les mettre en relation avec les applications environnementales et industrielles.
- Stimuler ses facultés d'observation et d'analyse critique sur le terrain.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants :

- auront une vue d'ensemble des grands domaines, concepts, méthodes et techniques de base de la géologie ;
- auront acquis un vocabulaire géologique de base ;
- connaîtront les enjeux de la connaissance du sol et sous-sol ;
- seront capable d'intégrer la composante géologie dans ses projets.

## PUBLIC CONCERNÉ

Ingénieurs et techniciens opérationnels ayant besoin d'avoir des connaissances en géologie nécessaires pour la tenue de leur poste.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Exposés en salle et sorties sur le terrain.
- Prévoir une tenue de terrain, des chaussures de randonnée, des vêtements de pluie, (marteaux, boussoles et loupes prêtés par BRGM Formation).

## OBSERVATIONS

- Stage résidentiel : le prix inclut l'hébergement et les dîners du 12 au 15 juin 2017, ou du 25 au 28 septembre 2017 pour la seconde session.
- Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Exposés théoriques

- Structure du globe terrestre et tectonique globale.
- Du minéral à la roche.
- Le temps et l'espace en géologie (fossiles, crises biologiques, âges absolus).
- Les roches sédimentaires.
- Les roches métamorphiques.
- Le magmatisme et les volcans.
- Géomorphologie et géologie superficielle.
- Géologie structurale et déformation des roches.
- Acquérir et représenter la géologie - la carte géologique.
- Histoire géologique de la France.
- Les applications de la géologie : les risques naturels, les ressources en eau, les ressources énergétiques, les matériaux...

### Sorties de terrain (dans différents contextes géologiques)

- Panorama du mont Saint-Clair (Sète).
- Le pic Saint-Loup (nord Montpellier).
- Le lac du Salagou (Clermont-l'Hérault).
- Le volcan d'Agde.
- La Montagne Noire (Gorges d'Héric).

### Exercices pratiques sur le terrain

- Observer et décrire les roches (avec marteaux et loupes).
- Observer et décrire les structures géologiques.
- Interpréter les paysages.
- Lire une carte géologique.

# Les terrains traversés par les forages courts :

reconnaissance de leur nature et évaluation des risques associés



2 jours

1180 € HT

30- 31 janvier 2017

Orléans

## OBJECTIFS

- Acquérir des notions de bases en géologie pour reconnaître les terrains traversés à l'avancée des forages.
- Aborder les contraintes liées aux terrains traversés.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants doivent avoir une capacité à comprendre la nature des terrains qu'ils vont forer, être capable d'adapter la foration à la nature des terrains traversés et de comprendre les problèmes rencontrés en foration (perte d'eau, pourcentage de récupération de carottes...).

## PUBLIC CONCERNÉ

Foreurs (forages d'eau, de géothermie...)

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

La formation sera assurée par l'intervention d'un formateur BRGM au moyen d'exposés théoriques et de travaux pratiques.

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « forages courts » avec les formations EAU04, EAU05 et GTH04.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

Retour d'expérience des foreurs

### Introduction à la géologie

- Les grandes classes de roches : sédimentaires, métamorphiques et magmatiques (décrire et classer les roches, constitution d'une roche, propriétés d'une roche).
- Les minéraux constitutifs des roches.
- Observation de roches et de cuttings pour se familiariser avec le terrain foré (faire le lien entre les échantillons roche et cuttings). « Trucs » de reconnaissance des terrains.
- Les déformations et la géologie dans le paysage (géologie structurale, géomorphologie et géologie de surface).
- La représentation de la géologie (2D/3D) : la carte géologique ; la coupe géologique.
- Manipulation de cartes, des coupes InfoTerre.

### Les contraintes et les risques liés au terrain

- L'eau souterraine et son comportement.
- La nature du terrain (meuble, dur, vides...).

### Construire un log de forage

- Le log prévisionnel (fourni par le maître d'œuvre/client).
- La réalité.
- Construire le log avec information de profondeur et cuttings.
- Quelle implication pour l'avancée du forage ?

# Géologie de la surface : les altérites

TERRAIN

5 jours

3350 € HT

29 mai-2 juin 2017

Orléans

## OBJECTIFS

- Liens entre altération et géodynamique des lithosphères continentales.
- Transformations des propriétés physiques des roches liées aux paléo-altérations.
- Influence des transformations physiques sur les propriétés réservoir des roches cristallines (eau souterraine et hydrocarbures).
- Initiation aux concepts et aux méthodes de spatialisation des objets géologiques généralement non représentés sur les cartes géologiques.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants, déjà sensibilisés à la géologie, auront obtenu des clés de compréhension des propriétés pétro-physiques en terrains altérés.

## PUBLIC CONCERNÉ

Géologues, hydrogéologues, géotechniciens (BTP, voiries), géophysiciens, géologues, géochimistes, géologues de l'environnement exerçant une activité dans des contextes de socle altéré ou de couverture sédimentaire

altérée et plus généralement toute personne sensibilisée et souhaitant s'initier au sujet (questionnaires de l'eau du territoire, aménageurs).

## PRÉREQUIS

Avoir des connaissances de bases en géologie.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Acquisitions théoriques et terrain (région Ouest).

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « géologie de la surface » avec GEO05.

## OBSERVATIONS

- Stage itinérant : le prix inclut l'hébergement et les diners liés au terrain les 31 mai et 1<sup>er</sup> juin 2017.
- Prévoir une tenue de terrain, des chaussures de randonnée, des vêtements de pluie, marteaux et loupes seront prêtés par BRGM Formation.
- Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### PARTIE THÉORIQUE

#### Les paléoaltérations

- Leur lien avec l'histoire géologique et avec la morphogénèse.
- Rôle des paléoclimats et de la tectonique.
- Autres formes de modification des propriétés physiques profondes.

#### Les modifications des propriétés physiques des roches dans les 100 premiers mètres liées à l'altération

- Propriétés mécaniques. Propriétés hydrogéologiques.
- Propriétés électriques.
- Propriétés soniques, etc.

#### Exemples d'applications

- Dans le domaine de la ressource en eau.
- Dans le domaine de la mécanique des sols/roches et des propriétés géomécaniques des matériaux de substitution aux granulats.

### EXCURSION TERRAIN

#### 1<sup>er</sup> jour

- Touraine - Anjou : altérites à silex, sables à silex, silcrètes.
- Bretagne orientale : altérites sur schistes, cuirasse ferrugineuse, silcrètes.
- Coucher à Chateaubriant (Loire-Atlantique).

#### 2<sup>e</sup> jour

- Altérites sur micaschistes, propriétés physiques des roches, horizon fissuré dans le granite de Mortagne, géomorphologie.
- Coucher à Fontenay-le-Comte (Vendée).

#### 3<sup>e</sup> jour

- Viennay (79) : profil d'altération antécénomaniens sur socle et profil d'altération éocène sur Cénomaniens.
- Le Vieux Bellefond (86) : meulière Crétacé inférieur sur Jurassique.
- Archigny (86) : meulière Crétacé inférieur sur Jurassique.
- Chenevelles (86) : meulière néogène sur lacustre oligocène.
- Chambon (37) : meulière néogène sur lacustre oligocène.

# Géologie de la surface : les dépôts sédimentaires quaternaires



4,5 jours

3 055 € HT

18-22 septembre 2017

Orléans

## OBJECTIFS

- Connaître les principes de la géologie des formations superficielles.
- Connaître et appréhender les dynamiques de mise en place.
- Savoir reconnaître les morphologies associées.
- Quelles applications de cette connaissance pour l'aménagement du territoire ?

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants sauront reconnaître les formations de surface mises en place au Quaternaire.

## PUBLIC CONCERNÉ

- Aménageurs, BTP.
- Géologues cartographes, géologues régionaux, géotechniciens, géophysiciens.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Acquisitions théoriques en salle et applications sur le terrain.
- Outre le support de cours, un livret guide sera remis aux participants.

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « géologie de la surface » avec GEO04.

## OBSERVATIONS

- Stage itinérant : le prix inclut l'hébergement et les diners liés au terrain les 19, 20 et 21 septembre 2017.
- Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### 1<sup>er</sup> jour : Orléans. Présentation du stage sur le terrain et notions théoriques

- Histoire du Quaternaire.
- Les outils de reconnaissance (géologie, géotechnique).
- Les implications pour l'aménagement (tranchées, fondations du bâti).
- Relation avec les journées de terrain.

### 2<sup>e</sup> jour : région Centre

- Dynamique alluviale : alluvions anciennes du Loir, nature et géométrie du dépôt.
- Phénomènes périglaciaires : cellules de cryoturbation.
- Cartographie des sables et argiles de Sologne : application à la problématique du retrait/gonflement des argiles.

### 3<sup>e</sup> jour : région Haute-Normandie

- Érosion et ruissellement : dynamique, impact et parades (hydraulique douce).
- Dynamique éolienne : étude des loëss de Saint-Pierre-les-Elbeufs.
- Dynamique gravitaire en climat froid : coupe de Tancarville.
- Dynamique littorale : Criel-sur-mer (érosion, transport, dépôt, impact anthropique).
- Aménagement littoral.

### 4<sup>e</sup> jour : région Champagne

- Érosion-transport-dépôt sous climats froid ; formations et morphologies associées :
  - solifluxion (plaine champenoise) ;
  - sédimentation alluviale en période glaciaire (application à l'exploitation de matériaux) ;
  - notions de géomorphologie.

### 5<sup>e</sup> jour : région Champagne

- Dynamique gravitaire récente en milieu de bas-plateau (vignoble champenois).
- Quelles méthodes de confortements ?

# Initiation à la télédétection appliquée à la géologie et à l'environnement

2 jours

1180 € HT

16-17 mai 2017

Orléans

## OBJECTIFS

- Acquérir les concepts de base et le vocabulaire de la télédétection et du traitement d'images.
- S'initier à la lecture des images de télédétection.
- Découvrir les applications pratiques de la télédétection.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants auront acquis les éléments de base sur la télédétection et seront en mesure de dialoguer avec les spécialistes.

## PUBLIC CONCERNÉ

Ingénieurs et techniciens souhaitant s'initier au sujet, personnel des services déconcentrés de l'État, des collectivités territoriales et locales.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés théoriques, exemples d'applications pratiques, travaux pratiques simples.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Les principes de la télédétection

- Définitions.
- Les bases physiques de la télédétection.
- Les différents domaines de la télédétection : réflectance, émissivité, microondes.
- La notion de signature spectrale.
- L'influence des propriétés de surface.

### Les systèmes d'observation et d'acquisition de données de télédétection

- La photographie aérienne.
- Les scanners (numériques, aéroportés, satellitaires).
- Capteurs multispectraux, hyperspectraux.
- Notions d'orbitographie, répétitivité, dépointage.
- Résolution spectrale, résolution spatiale, fauchée.
- Notions de mélange spectral.
- Principaux programmes spatiaux d'observation de la Terre.
- Stéréoscopie et production de MNT.
- Interférométrie radar.

### La visualisation des images

- Les photos aériennes noir et blanc, vraies couleurs, fausses couleurs.
- La visualisation des images numériques.

### Le traitement des images numériques

- Prétraitements géométriques.
- Prétraitements radiométriques.
- Corrections atmosphériques.

- Étalement de dynamique.
- Filtrages.
- Analyse en composantes principales.
- Extraction de end-members, histogrammes bi-dimensionnels, multi-dimensionnels.
- Analyse spectrale.
- Classification non supervisées et classifications supervisées.
- Fusion de données de télédétection ou exogènes (MNT, géophysique, autres).

### Les domaines d'application de la télédétection

- Sciences de la Terre et environnement. Cartographie géologique.
- Prospection minière.
- Environnement minier et après-mine.
- Risques naturels et anthropiques.
- Géothermie.
- Stockages.
- Eaux de surface.
- Agriculture et foresterie, urbanisme, civil et défense, aide humanitaire, catastrophes.

### Télédétection et systèmes d'information géographique

- Couches vecteur et couches raster.
- Élaboration de spatio-cartes.
- Exemples de traitement croisés d'imagerie spatiale et de données exogènes.

# Les méthodes géophysiques :

application à la connaissance du sous-sol



3 jours

1770 € HT

27-29 juin 2017

Orléans

Cette formation est déclinable à l'international.

## OBJECTIFS

- Connaître les principales techniques d'auscultation et de caractérisation géophysique ainsi que les principes théoriques de base des méthodes et leurs champs d'application.
- Recevoir une information technique de base sur les méthodes géophysiques utilisées pour caractériser la proche surface. Savoir interpréter l'image en termes de caractéristiques physiques et de structure.
- Analyse des méthodes adaptées aux besoins d'une problématique donnée et leur limite.

## COMPÉTENCES VISÉES

À l'issue de la formation, les participants seront en mesure de :

- citer les principales méthodes géophysiques et leur utilisation sur le plan thématique et expliquer les principes physiques de base qui permettent la caractérisation du sous-sol selon la méthode géophysique employée ;

- caractériser les étapes de la méthodologie : acquisition, traitement, interprétation ;
- juger de la méthode adaptée à une problématique donnée, analyser ou rédiger le cahier des charges d'une campagne géophysique.

## PUBLIC CONCERNÉ

Techniciens, ingénieurs thématiques (géologues, hydrogéologues, foreurs, géotechniciens, etc.) ayant recours directement ou indirectement à la géophysique.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés théoriques, études de cas, demi-journée de terrain pour mise en pratique.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Prise en compte des objectifs par le géophysicien et le choix des méthodes

- La discussion entre le donneur d'ordre et le géophysicien – les informations nécessaires pour la prise de décision.
- Rédaction et lecture d'un cahier des charges pour des travaux géophysiques.
- Le rapport couts/bénéfices d'une étude géophysique.
- Retours d'expérience d'un donneur d'ordre.

### Méthodes géophysiques applicables en cartographie géologique : méthodes potentielles, spectroscopie aéroportée

- Magnétisme (théorie, mise en œuvre, traitement et exemples d'application).
- Spectroscopie gamma (théorie, mise en œuvre, traitement et exemples d'application).

### Quelles méthodes géophysiques pour l'hydrogéologie, le génie civil et la géotechnique, l'environnement, la géothermie, le stockage...

- Géoradar.
- Théorie et spécificités du radar.
- Éléments d'exploitation du signal.
- Exemples d'applications et limites.

### Méthodes électriques pour la proche surface

- Définitions et théorie sur la résistivité électrique (formation détaillée GEOo8).
- Prospection électrique.
- Exemples d'applications (tomographie 2D, 3D, détection de pollutions massives).

### Méthodes électromagnétiques

- Méthodes à sources contrôlées – FDEM et TDEM.
- La méthode magnéto-tellurique.
- Exemples d'application en hydrogéologie et génie civil.

### Méthodes sismiques actives

- Sismique réflexion.
- Sismique réfraction.
- Ondes de surface, SASW/MASW.
- Exemples d'application.

### Résonance magnétique des protons

- Inversion des données RMP ; traitement du signal.
- Temps de relaxation et perméabilité hydraulique.
- Exemples d'application.

### Gravimétrie, microgravimétrie

- Théorie.
- Anomalie de Bouguer.
- Éléments d'exploitation du signal.
- Exemples d'applications.

### Exercice d'application

- Choix de la méthode ou des méthodes, dimensionnement de la campagne, etc.

# Imagerie du sous-sol par tomographie de résistivité électrique



3 jours

1770 € HT

7-9 février 2017

Orléans

Cette formation est déclinable à l'international.

## OBJECTIFS

- Connaître les principes, les différents dispositifs d'acquisition et appréhender le fonctionnement des appareils de mesures de résistivité électrique par commutation (principe de la mesure, comment utiliser l'appareil de manière optimale, principes de sécurité, limites des appareils).
- Appréhender la démarche et se familiariser avec divers équipements utilisés pour la recherche d'eau souterraine, la détection de cavités, la recherche de failles, l'étude de décharges, etc.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants sauront choisir un dispositif de mesure adapté à leur cible, adapter les paramètres de mesures de l'appareil aux conditions terrain pour une bonne mesure, vérifier la qualité des mesures a posteriori, traiter les données (filtrage et inversion) pour les interpréter.

## PUBLIC CONCERNÉ

Cette formation s'adresse principalement aux utilisateurs ou futurs utilisateurs, ingénieurs ou techniciens en environnement, en géotechnique, risques naturels, hydrogéologie.

## PRÉREQUIS

Notion de géophysique, de géologie ou d'hydrogéologie ou expérience équivalente.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés illustrés par diaporama. Divers équipements sont utilisés pour illustrer les exposés et le travail en atelier pratique. Support de cours et documentation technique sont remis aux participants.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PARTENAIRE

Formation conçue et réalisée avec Iris instruments.



## PROGRAMME

### Principe de la mesure

- Rappel théorique sur la mesure de résistivité électrique (intérêt de la mesure, paramètres affectant la résistivité).
- Les différentes méthodes d'acquisition aujourd'hui possibles (du sondage à la tomographie 4D).
- Présentation des équipements de mesure (résistivimètre Syscal Switch).
- Présentation de la chaîne de mesure globale et des logiciels associés (Electre Pro, Prosys, Reszdinv, Comsys Pro).
- Construire une séquence d'acquisition en lien avec la cible recherchée (logiciel Electre Pro).

### Atelier pratique

- Utilisation du résistivimètre Syscal en conditions réelles (installation du dispositif sur le terrain).
- Règles de sécurité et d'entretien de l'appareil.
- Réalisation d'une tomographie de résistivité électrique en 2D avec trois dispositifs différents.
- Mesures de polarisation provoquée.
- Réalisation d'une séquence roll-along.
- Mesure avec une électrode à l'infini.
- Visualisation en direct, téléchargement des données et premiers traitements avec le logiciel Prosys et débriefing sur les premiers résultats.

### Traitement et interprétation

- Télécharger et traiter les données (corrections, filtrages, topographie, etc.; logiciel Prosys).
- Inversion des données avec Reszdinv (différents types d'inversion associées à différentes cibles et géologies).
- Les pièges de l'interprétation (artefacts d'inversion, non-unicité, présentation rapide de Reszdinv pour lever certaines incertitudes).
- Interprétation de la donnée mesurée et d'exemples d'applications (recherche de cavité, détection de lentilles d'argiles, étude de biseaux salés, détection de faille, étude de décharge, étude de stabilité de pente).

# Initiation à la caractérisation des roches et minéraux :

les techniques physico-chimiques d'analyse

3 jours

1770 € HT

29-31 mars 2017

Orléans

## OBJECTIFS

Donner un ensemble de notions pratiques sur la caractérisation des minéraux et matériaux :

- principales méthodes de caractérisation : principe, appareillages, utilisation, limites ;
- préparation des échantillons ;
- notions sur les « bonnes pratiques » et stratégie de caractérisation ;
- utilisation, limites de chaque méthode, artefacts.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants auront acquis une compréhension des différentes techniques de caractérisation des minéraux et matériaux, sauront quand utiliser ces techniques et évaluer les besoins et des contraintes analytiques.

## PUBLIC CONCERNÉ

Ingénieurs et techniciens souhaitant s'initier au sujet, personnel des services déconcentrés de l'État, des collectivités territoriales et locales.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Les exposés techniques auront lieu le matin et des travaux pratiques tout au long de la formation pour appliquer la théorie du matin. Cela permet d'aborder les aspects pratiques spécifiques de l'étude d'un échantillon de sa préparation à sa caractérisation.
- Un échantillon unique, sera préparé pour les différents types d'analyses, de voir le lancement et/ou la réalisation de chaque type d'analyse pour en visualiser le fonctionnement, les réglages, les contraintes.
- Les participants passeront de laboratoire en laboratoire en petits groupes où chaque encadrant présentera la mise en œuvre et le déroulement de l'analyse, de façon concrète et appliquée.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Introduction

- De l'échantillon à sa caractérisation.

### Rappels de notions importantes

- Les solides (structure, liaisons, surfaces).
- Les différents types de rayonnements (électromagnétiques, corpusculaires).
- Interactions rayonnements-matière.

### Spectroscopies et diffractions

- Spectroscopies vibrationnelles (IRTF, Raman).
- Diffraction de rayons X.
- Travaux pratiques.

### Microscopies et microanalyses

- Microscopie optique.
- Microscopies électroniques et microanalyses associées aux microscopies électroniques : EDS, WDS, EBSD.
- Travaux pratiques.

### Autres méthodes d'analyse

- Granulométrie.
- Surface spécifique, porosimétrie...
- Travaux pratiques.

### Préparation des échantillons

- Différents types de préparations (broyage, section, lame mince...).
- Quelle préparation pour quelle analyse ?
- Travaux pratiques.

### Bilan

- Incertitude, limite de détection.
- Stratégies de caractérisation. Exemples pratiques.
- Bilan (30 min).

# Géostatistique et interpolation en géosciences

3 jours

1770 € HT

14-16 mars 2017  
2-5 octobre 2017

Orléans

## OBJECTIFS

Comprendre et savoir utiliser les méthodes géostatistiques appliquées à la cartographie dans le domaine de l'environnement et des géosciences. Comprendre l'intérêt des méthodes géostatistiques ou des autres méthodes d'interpolation les plus courantes. En connaître les limites et optimiser le choix des paramètres de calcul en fonction des données et de leurs caractéristiques. Évaluer l'incertitude de la carte obtenue.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants sauront calculer et interpréter un variogramme, choisir la méthode d'interpolation la mieux adaptée et en optimiser le paramétrage, appliquer différents types de krigeage et évaluer la qualité du résultat.

## PUBLIC CONCERNÉ

Ingénieurs en géosciences et environnement intervenant dans des domaines connexes à la

géologie (hydrogéologie, environnement, risques naturels, stockage souterrain, ressources minérales, etc.) souhaitant comprendre et mettre en pratique les techniques géostatistiques appliquées à l'interpolation et à la cartographie.

## PRÉREQUIS

Connaissances de base en statistique souhaitées (un bref rappel sera effectué).

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Présentation théorique des concepts utilisés. Cas d'étude. Illustration et application pratique des concepts par travail sur ordinateur pour assurer l'assimilation des concepts et de leur mise en œuvre sur des données réelles.

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « GDM » avec GEO12, GEO13 et GEO14.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Introduction

- Les enjeux et difficultés de l'interpolation pour construire une carte. Valeur ajoutée des méthodes géostatistiques.

### Caractérisation spatiale des données

- Quantifier le comportement spatial à l'aide du variogramme : calcul, interprétation (continuité, anisotropies, non-stationnarité, erreurs de mesures), modélisation du variogramme.

### Principes de base de l'interpolation géostatistique

- Le krigeage, ses principales variantes, sa mise en œuvre pratique : krigeage ordinaire, krigeage non stationnaire, co-krigeage (avec dérive externe). Validation croisée.

### Les méthodes d'interpolation non géostatistiques

- Aperçu des principales méthodes.
- Usage et limites de ces méthodes en fonction de la qualité des données et de la finalité des cartes. Comparaison des méthodes entre elles et avec les méthodes géostatistiques.

### Applications pratiques

- Illustration et application des concepts par travail pratique sur ordinateur, sur des données réelles de géosciences : calcul et ajustement du variogramme ; krigeage (plusieurs variantes) ; choix des paramètres d'interpolation (méthode d'interpolation, voisinage) ; analyse et validation des résultats.

# Initiation à la modélisation géologique 3D avec Geomodeller

3 jours

1770 € HT

20-22 juin 2017

Orléans

## OBJECTIFS

- Assimiler les concepts fondamentaux nécessaires à la pratique de la modélisation 3D d'objets géologiques.
- Acquérir la pratique du GeoModeller dans les domaines de la géologie appliquée: environnement, risques naturels, hydrogéologie, réservoirs, etc.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants sauront :

- mettre en pratique la modélisation 3D dans différents contextes géologiques ;
- réaliser une interprétation géologique cohérente en 3D ;
- appréhender l'utilisation du modèle géologique 3D pour la simulation numérique.

## PUBLIC CONCERNÉ

Ingénieurs intervenant en géosciences et dans des domaines connexes à la géologie (géophysique, hydrogéologie, risques naturels, stockage souterrain, etc.) amenés à construire une représentation 3D des structures géologiques.

## PRÉREQUIS

Une connaissance de base de la géologie est souhaitée.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Présentation des concepts utilisés.
- Prise en main du GeoModeller dans le cadre de cas concrets.

## OBSERVATIONS

- Déjeuners inclus.
- Cette formation est à coupler avec l'acquisition du logiciel GeoModeller auprès d'Intrepid Geophysics.

## PROGRAMME

### Méthodes et concepts utilisés

- Présentation générale de la modélisation géologique 3D.
- Principe de la méthode d'interpolation utilisée dans le GeoModeller.
- Exemples de réalisation.

### Principes d'utilisation du GeoModeller

- Illustration interactive de la méthode d'interpolation.
- Création d'un projet.
- Création de la pile géologique.
- Saisie interactive des données nécessaires à la modélisation en carte et dans des coupes.

### Mise en œuvre du processus de modélisation à travers des exemples simples

- Création du modèle.
- Visualisation 3D du modèle.
- Modification de l'interprétation géologique.

### Modélisation géologique 3D complexe

- Prise en compte des failles.
- Prise en compte des relations géologiques : séquences érosion, dépôt, ou intrusions.
- Prise en compte des données d'inégalités, des données d'axes de plis.
- Étude d'un cas réel : la zone de Cadarache.
- Illustration de l'utilisation en tant qu'outil de terrain, de l'apport de données géophysiques et de l'interprétation multidisciplinaire.

# Pratique du logiciel GDM Standard :

gestion des données des géosciences

3 jours

1770 € HT

7-9 mars / 10-12 octobre 2017

Orléans

Cette formation est déclinable à l'international.

## OBJECTIFS

- Acquérir la maîtrise du logiciel GDM pour gérer, compiler, interpoler et représenter les données géologiques. Créer des graphiques 1D, 2D et 3D. Connaître les fonctions de base permettant de construire des modèles géologiques.
- Savoir ce qu'il est possible de faire avec GDM Standard.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants sauront de quelle manière GDM peut être un outil efficace de gestion, de contrôle et d'analyse, puis de représentation de l'information géoscientifique dans le cadre de leurs études et ce quelle que soit leur spécialité. Ils sauront représenter les informations des projets de manière attractive sous forme de logs, plans, coupe ou profils et en 3D à l'usage de leurs interlocuteurs non spécialistes.

## PUBLIC CONCERNÉ

- Gestionnaires de données sur le sol et le sous-sol, chargé d'étude.
- Ingénieurs et techniciens, géologues, géotechniciens, hydrogéologues, etc.
- Industriels.
- Bureaux d'études.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Présentations théoriques et mise en œuvre pratique des outils sur des jeux de données fournis par le formateur. Ces jeux de données sont ensuite à la disposition des utilisateurs, car fournis avec le logiciel.

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « GDM » avec GEO10, GEO13 et GEO14.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

POSITIONNEMENT GDM DANS LES OUTILS DE MODÉLISATION ?

### L'application GDM Standard

- La notion de projet GDM.
- L'interface utilisateur: l'arbre GDM, les menus contextuels, les barres d'outils.
- Les types de données gérées par GDM.
- Les sources de données (bases GDM et bases externes).

### Les sources de données et les fonctionnalités

- De gestion (concaténation, import, export, mise à jour, etc.).
- De sélection (filtres).
- De calcul (interpolation, combinaison de champs numériques, statistiques et géostatistique...).
- D'identification des formations géologiques.

### Les palettes

- Création et utilisation.

### Les documents graphiques 2D

- La fonction « aperçu » pour les vues en plan.
- La réalisation de coupes verticales rectilignes ou selon des lignes brisées.
- Le géoréférencement d'images en plan et sur des coupes.
- La navigation entre documents graphiques et données.

### La visualisation 3D

#### Les logs de sondage

- Le choix et le paramétrage des colonnes d'un log.
- Le cartouche, l'échelle, la mise en page, l'impression.
- La fonction « répéter log ».

#### La fonction « interpolation »

- Pourquoi, comment ?
- Estimation de grilles de points : cartes isovaleurs.
- Estimation de grilles de blocs : cubages.
- Estimation de points.
- Définition des paramètres de grille.
- Choix d'une méthode d'interpolation.
- Aperçu rapide sur les fonctions géostatistiques histogramme, variogramme et validation croisée.
- Construction d'un modèle géologique multicouches : principes de base.

#### Le viewer GDM

- La consultation des données/modèles géologiques par vos collègues/clients.

#### La digitalisation

- La digitalisation sur les plans et sur les coupes.
- Les coupes verticales en ligne brisée.

# Modélisation géologique multicouche à l'aide de GDM MultiLayer

2 jours

1180 € HT

16-17 mars / 17-18 octobre 2017

Orléans

Cette formation est déclinable à l'international.

## OBJECTIFS

- Acquérir la pratique du logiciel GDM MultiLayer pour la construction de modèles géologiques multicouche à partir d'informations de type : forages, carte géologique, failles, points de passage des formations, coupes interprétées...
- Acquérir les concepts fondamentaux nécessaires à la pratique de la modélisation 3D en contexte géologique type multicouche.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants sauront mettre en œuvre les différentes étapes de la construction d'un modèle géologique, depuis l'intégration et le contrôle de l'information utile à la modélisation, jusqu'à la démonstration du modèle final, en passant par les différentes phases d'amélioration du modèle.

## PUBLIC CONCERNÉ

- Ingénieurs et techniciens, géologues, géotechniciens, hydrogéologues (métiers des géosciences sensu-lato), bureaux d'études ; utilisateurs de GDM Standard, souhaitant construire des modèles géologiques multicouche de manière rapide et dans une démarche guidée par le logiciel.
- Industriels.

## PRÉREQUIS

Avoir suivi la formation GEO11 ou maîtriser l'application GDM standard.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Présentations théoriques et mise en œuvre pratique des outils sur des jeux de données fournis par le formateur. Ces jeux de données sont ensuite à la disposition des utilisateurs, car fournis avec le logiciel.

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « GDM » avec GEO10, GEO12 et GEO14.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Concepts de base

- La notion de pile stratigraphique et la prise en compte des relations géologiques : séquences érosion, dépôt.
- Interprétation des données dans ce cadre.
- Conséquences sur la méthode de modélisation.
- Illustrations sur des exemples et exercices.
- Le problème des contraintes d'inégalités.

### Préparer ses données

- Types de données prises en compte.
- Préparation des données sous GDM/SIG.
- Palettes utilisées pour les graphiques.

### Contrôler ses données

- Gestion du modèle numérique de terrain (MNT).
- Vérifier la cohérence 2D et 3D des données entre elles (forage-forage, forage-carte géologique...).

### Construire un modèle géologique

- Choisir les variables d'intérêt.
- Prendre en compte les contraintes d'inégalités.
- Interpoler les variables d'intérêt.
- Obtenir le modèle final et le contrôler.
- Introduire des points de contrainte pour affiner le modèle.

### Exploiter/visualiser le modèle

- Graphiques et coupes.
- Visualisations 3D.
- Calcul de surfaces/volumes.
- Calcul de sondages prévisionnels.
- Export vers d'autres logiciels.

# Pratique du logiciel GDM sur ArcGIS :

visionneuse géologique et outils géostatistiques

1 jour

590 € HT

21 mars / 13 octobre 2017

Orléans

Cette formation peut être déclinée à l'international.

## OBJECTIFS

L'extension GDM pour ArcGIS offre deux principales fonctions :

- la visionneuse géologique, qui permet de consulter depuis ArcGIS des documents graphiques GDM (logs de sondages, graphiques en plan, en coupe ou 3D) préparés au préalable dans un projet GDM.
- un ensemble d'outils d'analyse géostatistique 2D : histogramme, variographie, validation croisée et interpolation de points ou de grilles avec production de documents graphiques automatisés et gestion des paramètres de traitement.

L'objectif de la formation vise à acquérir la pratique de la visionneuse géologique et à présenter les fonctionnalités de la boîte géostatistique.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants sauront définir le lien entre un bloc de données ArcGIS et un projet GDM ; réaliser des graphiques en 1D, 2D et 3D (logs, cartes, coupes, vue 3D) sur un projet GDM. Cette formation n'aborde pas la pratique des fonctionnalités de la boîte géostatistique fait l'objet de la formation GEO10.

## PUBLIC CONCERNÉ

Ingénieurs et techniciens ayant besoin d'utiliser, consulter, démontrer, de l'information géologique dans le cadre d'un projet technique (aménagement, environnement, urbanisme, risques...).

## PRÉREQUIS

Avoir une connaissance minimale des fonctionnalités d'ArcGIS (maîtrise d'ArcMAP).

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Présentations théoriques et mise en œuvre pratique des outils sur des jeux de données fournis par le formateur. Ces jeux de données sont ensuite à la disposition des utilisateurs, car fournis avec le logiciel.

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « GDM » avec GEO10, GEO12 et GEO13.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Préparation des données

### Exploration des données

### Configuration de l'extension sous ArcGIS

- Configuration de l'extension GDM pour ARCGIS.
- Configuration de la visionneuse géologique.
- Enregistrer les paramètres de configuration.

### Utilisation de la visionneuse géologique : visualisation des documents GDM sous ARCGIS

- Visualisation de documents logs.
- Visualisation d'un plan.
- Visualisation d'une coupe à partir d'une fenêtre plan.
- Naviguer entre les vues.
- Visualisation d'une coupe avec l'outil dédié GDM\_ArcGIS.
- Visualisation d'une coupe en ligne brisée.
- Visualisation d'un modèle 3D.

### Introduction à l'outil statistique

- Sélection des données à traiter avec les outils (Geo)Statistique de GDM\_ArcGIS.
- Présentation des fonctionnalités de géostatistiques intégrées dans la boîte (voir formation GEO10).

# RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE



Le maintien d'une ressource en eau et de sa qualité sont devenues depuis plusieurs décennies un défi sociétal majeur, à l'échelle globale autant que locale. Une grande partie de l'eau est prélevée sur la ressource en eau souterraine, notamment en France métropolitaine.

La connaissance et le suivi de la ressource en eau souterraine sont l'une des compétences fortes du BRGM. Cette expertise est sollicitée, en France et à l'étranger, pour la recherche de nouvelles ressources dans les conflits d'usage de l'eau ou au regard de la qualité des eaux souterraines.

L'eau souterraine est utilisée pour la production d'eau potable, l'irrigation et le drainage en agriculture, l'assainissement, les activités industrielles, la production d'énergie et le transport. Les acteurs de l'eau, pour concevoir et mener à bien leurs projets, ont besoin

des **notions de base de l'hydrogéologie et d'un vocabulaire commun** pour proposer et comprendre les bonnes pratiques et les mesures de protection ou d'encadrement des usages. Les formations proposées visent à répondre à ces questions.

L'enjeu d'une **gestion efficace de la ressource en eau**, conforté par la mise en œuvre de la Directive-cadre européenne pour l'eau (DCE) a généré des modalités de gestion que les acteurs de l'eau doivent maîtriser. Cela implique la connaissance des différents outils de gestion de l'eau souterraine : exploitation, mesure quantitative ou qualitative, gestion et interprétation des données, modélisation de son comportement. Par son expertise dans le métier de l'hydrogéologie et de l'hydrogéochimie et son implication dans la mise en œuvre de la DCE, le BRGM a développé des outils et

Surveillance de la nappe du Rhin autour de l'ancien gisement de potasse alsacien (Alsace, 2014).

© BRGM



modèles qui permettent de connaître la ressource en eau, simuler et/ou prévoir son évolution spatiale et temporelle. Les formations proposées par BRGM Formation peuvent constituer un parcours de connaissance en gestion de l'eau souterraine.

La surveillance de **qualité de l'eau** est intégrée dans les suivis DCE, elle répond également à des questions territoriales : connaître les processus régissant la pollution d'une nappe est indispensable pour y trouver des remédiations. En combinant l'expertise du BRGM sur l'eau souterraine et sa compétence dans la gestion des sites et sols pollués, BRGM Formation propose des formations permettant de mieux connaître ces processus, en analysant le comportement des polluants et leur devenir dans le sol et les nappes.

## Connaissances de base

- 28** Bases et enjeux de l'hydrogéologie
- 29** Initiation à l'hydrogéologie pratique

## Gestion de l'eau souterraine

- 30** Réglementation française et européenne dans le domaine de l'eau souterraine
- 31** Le forage d'eau, aspects techniques et réglementaires
- 32** Interprétation et valorisation des données issues des pompages d'essai
- 33** Opérations d'échantillonnage en eau souterraine : surveillance au titre de la DCE
- 34** Analyses chimiques de l'eau
- 35** Traceurs isotopiques en géosciences : applications à l'environnement
- 36** Produire et bancariser les données de l'eau souterraine dans ADES
- 37** Le référentiel hydrogéologique français BDLISA : principes, prise en main et applications
- 38** La modélisation en hydrogéologie
- 39** Initiation à la modélisation hydrogéochimique
- 40** Approches économiques au service de la gestion de l'eau : développer un argumentaire économique pour l'aide à la décision

## Vulnérabilité de l'eau souterraine aux pollutions

- 41** Contamination des eaux souterraines : connaissance, diagnostic et surveillance
- 42** Nature et transfert des polluants dans les sols et les nappes
- 43** Contamination des eaux souterraines par les pesticides : évaluation du risque et suivi de la qualité
- 44** Protection des aires d'alimentation de captage : délimitation et caractérisation de la vulnérabilité

# Bases et enjeux de l'hydrogéologie

2 jours

1180 € HT

18-19 mai 2017

Orléans

Cette formation est déclinable en région et à l'international.

## OBJECTIFS

- Approcher les principes de l'hydrogéologie par un exposé des notions de base et la présentation de cas concrets.
- Connaître le vocabulaire utilisé par les hydrogéologues.
- Connaître les principales sources d'informations géologiques et hydrogéologiques.
- Appréhender les principaux enjeux quantitatifs et qualitatifs liés à la ressource en eau souterraine.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants auront acquis les connaissances théoriques et pratiques nécessaires à l'appropriation des principaux enjeux associés à la ressource en eau souterraine.

## PUBLIC CONCERNÉ

Chefs de service des administrations et des collectivités, ingénieurs et techniciens ayant besoin de communiquer avec des professionnels de l'hydrogéologie et impliqués dans la gestion de la ressource en eau.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Exposés théoriques et exercices dirigés.
- Présentation de cas d'études.

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « introduction aux géosciences et leurs applications » avec les formations GEO01, GTH01, RN01 et MCA09.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Bases de l'hydrogéologie

- Notions de géologie.
- Le cycle de l'eau.
- Fonctionnement d'un bassin versant.
- Les aquifères : porosité, perméabilité, loi de Darcy, nappe libre/nappe captive, aquifères continus, fissurés et karstiques.
- Écoulements des eaux souterraines, piézométrie.
- Relations eaux de surface/eaux souterraines
- Chimie des eaux souterraines.

### Enjeux de l'hydrogéologie

- Prospection, pollution, exploitabilité, vulnérabilité et protection des captages d'eau potable.

# Initiation à l'hydrogéologie pratique



5 jours

2 950 € HT

12-16 juin 2017  
25-29 septembre 2017

Orléans

## OBJECTIFS

- Acquérir la connaissance de base des conditions géologiques et hydrologiques et des lois physiques qui régissent l'origine, la présence, les mouvements et les propriétés des eaux souterraines.
- Connaître les principales sources d'informations géologiques et hydrogéologiques.
- Appliquer ces connaissances aux modalités d'exploitation, de gestion et de protection des systèmes aquifères (forages d'eau et pompages d'essai, outils de l'hydrogéologue).

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants disposeront des connaissances théoriques nécessaires à la compréhension et au suivi des études hydrogéologiques. Ils seront en mesure de cerner les enjeux quantitatif et qualitatif

liés à la ressource en eau souterraine et de connaître les principaux outils à disposition des hydrogéologues.

## PUBLIC CONCERNÉ

Ingénieurs, cadres et techniciens des bureaux d'études, entreprises et organismes publics ayant à intégrer les eaux souterraines dans les études qu'ils prescrivent, coordonnent ou réalisent.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Exposés théoriques et techniques illustrés, suivis d'exercices dirigés.
- Excursion de terrain (1 jour) pour replacer les acquis de la formation dans le cadre du milieu naturel.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Structure et fonctionnement des hydrosystèmes

- Notions de géologie.
- Les eaux souterraines, partie intégrante du cycle de l'eau.
- Les systèmes hydrologiques : bassins versants, bilan hydrologique.
- Les aquifères : porosité, perméabilité, loi de Darcy, nappe libre/nappe captive, aquifères continus, fissurés et karstiques.
- Écoulements des eaux souterraines, piézométrie.
- Relations eaux de surface/eaux souterraines : sources, échanges nappe-rivière, biseau salé, eaux thermo-minérales.
- Chimie des eaux souterraines.

**Journée de terrain : problèmes et enjeux de l'hydrogéologie en val d'Orléans. Visite d'un chantier de forage (selon les opportunités).**

### Prospection, exploitation, gestion et protection des eaux souterraines

- Forage d'eau et pompage d'essai.
- Vulnérabilité des eaux souterraines et protection des captages AEP.
- Outils à disposition de l'hydrogéologue : méthodes de prospection, initiation à la modélisation.
- Surveillance des eaux souterraines (quantité et qualité).

# Réglementation française et européenne dans le domaine de l'eau souterraine

2 jours

1180 € HT

11-12 mai 2017  
28-29 septembre 2017

Orléans

## OBJECTIFS

Améliorer la connaissance de la réglementation actuelle de l'eau, dans le domaine des eaux souterraines, aux différentes échelles auxquelles elle s'applique : échelle européenne, nationale ou celle du bassin hydrographique, à la commune.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants auront :

- identifié les acteurs de la politique de l'eau associés ;
- appréhendé les principes et prescriptions des différents outils de gestion de la ressource en eau ainsi que leur évaluation environnementale ;
- découvert l'exercice de la police de l'eau, les autorisations ou déclarations « loi sur l'eau » et les études d'impacts sur l'environnement.

## PUBLIC CONCERNÉ

Ingénieurs et cadres des administrations, collectivités, établissements publics, bureaux d'études et entreprises de forage. Toute personne désirant améliorer ses connaissances sur le sujet.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Exposés théoriques, présentations de cas et applications pratiques.
- Présentation de textes réglementaires et illustrations par des exemples.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Politique de l'eau au niveau européen

- Directive-cadre et directives filles.
- Acteurs institutionnels.
- Réseaux de connaissance et de diffusion de l'information.

### Politique de l'eau au niveau français

- Lois sur l'eau, lois « Grenelle » et codes de loi.
- Acteurs institutionnels et instances de concertation.
- Réseaux de connaissance et de diffusion de l'information.

### Politique de l'eau au niveau du bassin hydrographique

- SDAGE et programme de mesures.
- Acteurs institutionnels et instances de concertation.
- Réseaux de connaissance et de diffusion de l'information.

### Politique de l'eau au niveau de la région et du département

#### RÉGION :

- Les acteurs institutionnels et instances de concertation.
- Les réseaux de connaissance et de diffusion de l'information.

#### DÉPARTEMENT :

- SDAEP, les acteurs institutionnels et instances de concertation.
- Les eaux thermo-minérales.
- Police de l'eau au niveau du département : forages et prélèvements.

### Politique de l'eau au niveau local

#### SOUS-BASSIN – AQUIFÈRE :

- SAGE, contrat de nappe, ZRE et zones vulnérables aux nitrates.
- Instances de concertation.

#### COMMUNE/GROUPEMENT DE COMMUNES :

- Réseau AEP, AAC et PPC.
- Forages domestiques.
- Études d'impact.
- Installations classées.
- Acteurs.

# Le forage d'eau, aspects techniques et réglementaires

2,5 jours

1475 € HT

8-10 février 2017  
10-12 octobre 2017

Orléans

## OBJECTIFS

- Connaître les différentes techniques de forage d'eau, leurs avantages et inconvénients pour l'hydrogéologie, les règles de l'art.
- Connaître la réglementation relative à la création, à l'exploitation et à la protection des forages d'eau.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants sauront concevoir un forage d'eau, rédiger un cahier des charges pour la réalisation de travaux de forages (conception, réhabilitation ou comblement) et auront acquis des connaissances indispensables pour leur supervision.

## PUBLIC CONCERNÉ

- Ingénieurs et techniciens intervenant sur des forages ou des piézomètres.
- Ingénieurs en charge de la réalisation d'études hydrogéologiques et environnementales.
- Cadres et techniciens des services de l'État, agences de l'eau, collectivités, bureaux d'études, etc.

## PRÉREQUIS

Connaissances de base:

- en hydrogéologie;
- de base sur l'utilisation d'Excel (savoir réaliser un graphique, entrer une formule...).

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés techniques et illustrations à l'aide d'exemples; exercices.

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « forages courts » avec les formations GEO03, EAU05 et GTH04.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Introduction

- Qu'est-ce qu'un forage d'eau ?
- De quoi est-il composé ?

### Rappels théoriques

- Les gisements aquifères.
- Unités physiques usuelles dans le milieu du forage.

### Structuration d'un projet de forage

- Maîtrise d'œuvre/maîtrise d'ouvrage/entreprise; cahier des charges.

### Les techniques de forage

- Forage Rotary, marteau fond-de-trou, variantes, micro-forages, autres méthodes.

### Les équipements de forage pour l'exploitation de l'eau

- Tubages, crépines, cimentation, gravillonnage.
- Méthodes de mise en place et de dimensionnement.
- Les pompes.

### Le développement du forage (du débit ?)

- Méthodes de nettoyage et de complétion.

### Le pompage d'essai

- Intérêt et mise en œuvre (l'interprétation des essais fait l'objet d'un stage spécifique EAU10).

### Les diagraphies

- Rôle, principales diagraphies pour les forages d'eau, exemples.
- Exploitation, maintenance, réhabilitation, abandon.

### Aspects réglementaires et normatifs

- L'arrêté du 11 septembre 2003 et la circulaire d'application du 16 mars 2004.
- Les normes Afnor sur les forages.
- Les étapes administratives de la création d'un forage.

# Interprétation et valorisation des données issues des pompages d'essai

2,5 jours

1 475 € HT

14-16 février / 7-9 novembre 2017

Orléans

## OBJECTIFS

Perfectionnement dans l'interprétation des pompages d'essai (essai de puits et de nappe) à l'aide d'un logiciel adapté pour simuler les niveaux d'eau en vue de l'exploitation d'un forage.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants sauront critiquer la donnée, connaîtront les précautions à prendre en terme de réalisation d'essais et auront l'expérience de l'utilisation de plusieurs solutions mathématiques pour modéliser les essais et dans quelles conditions les utiliser.

## PUBLIC CONCERNÉ

Ingénieurs des services de l'État, agences de l'eau, collectivités, bureaux d'études, etc., en charge de la réalisation et de l'interprétation de pompages d'essai et/ou de l'utilisation de données issues de pompages d'essai. Foreurs d'eau.

## PRÉREQUIS

Disposer de notions de base en hydrogéologie.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés techniques, illustrés à l'aide d'exemples concrets (études de cas, diapositives, etc.) et travaux dirigés sur ordinateur.

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « forages courts » avec les formations GEO03, EAU04 et GTH04.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

**Qu'est-ce qu'un pompage d'essai?**

**À quoi sert un pompage d'essai?**

**Rappels théoriques.**

**Éléments constitutifs des forages et impact sur le pompage d'essai.**

**Essai de puits (pompage d'essai par paliers de débit).**

**Essai de nappe.**

**Interprétation intégrée d'un pompage d'essai au moyen d'un logiciel adapté (logiciel OUAIP du BRGM remis aux stagiaires).**

**Utilisation des données des pompages d'essai**

**Autres méthodes d'évaluation des paramètres hydrodynamiques.**

**Introduction à la méthode de diagnostic des essais (dérivée).**

**Aperçu sur les techniques de forage.**

# Opérations d'échantillonnage en eau souterraine :

surveillance au titre de la DCE

3 jours

1770 € HT

30 mai-2 juin / 14-17 nov. 2017

Orléans

Début à 13 h 30 le 1<sup>er</sup> jour, fin à 12 h 30 le 4<sup>e</sup> jour.  
Cette formation est déclinable en région.

## OBJECTIFS

- Acquérir les principales notions permettant d'aborder une mission d'échantillonnage en eau souterraine dans le contexte de la surveillance Directive-cadre sur l'eau.
- Se familiariser avec les matériels, les méthodes et les techniques d'échantillonnage en eau souterraine y compris avec les méthodes d'analyse sur site.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants connaîtront les principes de base d'assurance qualité appliquée à l'échantillonnage en eau souterraine et sauront les mettre en œuvre.

## PUBLIC CONCERNÉ

Ingénieurs et techniciens impliqués dans des opérations d'échantillonnage en eau souterraine en contexte de surveillance environnementale (type DCE).

## PRÉREQUIS

Notions de base sur l'échantillonnage en eau souterraine et sur la chimie des eaux.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés sur les aspects théoriques.  
Application sur site (échantillonnage en piézomètre).

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PARTENAIRES

Formation conçue avec l'ONEMA (devenu AFB au 1<sup>er</sup> janvier 2017) dans le cadre d'AQUAREF.



## PROGRAMME

### Introduction

- Généralités sur l'hydrogéologie.
- Présentation des banques de données ADES et BSS.
- Échantillonnage et normalisation.

### Les différentes étapes de l'échantillonnage en eau souterraine.

- Le flaconnage et conditionnement.
- La réalisation d'une campagne.
- Les mesures sur site.

### Mise en pratique

- Journée terrain sur un piézomètre sur le site du BRGM y compris préparation, étalonnage du matériel de mesure in situ.

### Qualité

- Exigence en termes d'assurance et de contrôle qualité.

# Analyses chimiques de l'eau

1,5 jour

885 € HT

28-29 juin 2017

Orléans

## OBJECTIFS

- Connaître les principales méthodes utilisées pour l'analyse chimique des eaux dans le domaine environnemental.
- Se familiariser avec les concepts de base de l'analyse (extraction, identification, quantification, rendement, limite de quantification, incertitudes...).
- Connaître les systèmes d'accréditation et d'agrément des laboratoires environnementaux.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants pourront mieux décoder et interpréter un rapport d'analyse.

## PUBLIC CONCERNÉ

Ingénieurs et techniciens réalisant des opérations portant sur la qualité des eaux et/ou ayant à prélever et/ou à interpréter des données d'analyse chimique des eaux. Services de l'État, fonctionnaires territoriaux, agences de l'eau, bureaux d'étude.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Exposés théoriques.
- Examen de rapports d'analyses et de portées d'accréditation.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Rappels sur les différents types d'eaux

- Classes de paramètres analysés: éléments majeurs, traces, physico-chimiques, organiques.

### Méthodes d'analyse chimique des eaux

- Description des principales méthodes utilisées.

### Accréditation des laboratoires

- Généralités sur l'accréditation, la norme ISO 17025.
- Exigences en terme de métrologie, contrôles qualité, etc.
- Les différentes expressions de la portée d'accréditation COFRAC.
- Le système d'agrément des laboratoires, implications en termes de performances.

### Interprétation

- Concepts statistiques de base en analyse chimique des eaux: validation de méthode d'analyse, détermination d'une limite de quantification, rendement, justesse, fidélité, incertitude.
- Influence de ces notions sur l'interprétation des résultats.
- Le rapport d'analyse, quelles informations pour interpréter les résultats?

# Traceurs isotopiques en géosciences :

## applications à l'environnement

2 jours

1180 € HT

12-13 septembre 2017

Orléans

### OBJECTIFS

- Se familiariser avec les concepts de base (isotopes stables et radioactifs, fractionnement isotopique, distillation de Raleigh, radioactivité...) permettant de comprendre les variations isotopiques dans l'environnement.
- Connaître les principales techniques analytiques, leurs performances et contraintes.
- Connaître les outils isotopiques courants et émergents et leurs utilisations dans le domaine de l'eau, des sites et sols pollués, en géologie et en géothermie.

### COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants sauront utiliser avec profit des données isotopiques dans des études environnementales et dans les géosciences et identifier des contextes et

questionnements dans lesquels les techniques isotopiques peuvent apporter des réponses.

### PUBLIC CONCERNÉ

Ingénieurs et techniciens dans les domaines de l'hydrogéologie, qualité de l'eau, sites et sols pollués, microbiologie, géologie, géothermie, métrologie de l'environnement.

### PRÉREQUIS

Connaissances de base en sciences naturelles.

### OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Exposés sur concepts de base et applications.
- Mises en situation au travers des cas d'étude variés.

### OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

### PROGRAMME

#### Introduction dans la géochimie des isotopes stables et radioactifs

Qu'est un isotope et à quoi ça sert ?

#### L'analyse, du terrain jusqu'au spectromètre de masse

échantillonnage, chimie préparatoire, spectrométrie de masse, techniques émergentes.

#### Applications en hydrogéologie et hydrogéochimie

Communications nappe-rivière, bilan hydrique, mélanges entre masses d'eau, datation des eaux, eaux minérales, eaux salines, interactions eau-roche-gaz, paléo-hydrologie...

#### Applications environnementales

Sources et processus de contamination anthropique et géogénique des eaux et sols vus par les isotopes (polluants organiques et (bio-)dégradation, pollution diffuse azotée, salinisation, pollution atmosphérique, métaux, sites industriels, déchets, contaminants géogéniques...).

#### Applications en géologie et en géothermie

Altération, géologie, interactions fluides-roches, géothermométrie...

# Produire et bancariser les données de l'eau souterraine dans ADES

2,5 jours

1 475 € HT

21-23 mars / 3-5 octobre 2017

Orléans

Cette formation est déclinable en région

## OBJECTIFS

- Découvrir l'intérêt et les enjeux du projet ADES (portail national d'accès aux données sur les eaux souterraines).
- S'initier à la pratique des différents outils proposés par le site ADES dans le but de bancariser les données de suivi qualité et de la piézométrie sur les eaux souterraines.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants auront découvert les différents outils mis à leur disposition, les modes opératoires associés, les sites de diffusion de la donnée et seront en capacité d'alimenter le portail avec leurs propres données.

## PUBLIC CONCERNÉ

Producteurs de données : ingénieurs et techniciens des collectivités locales, des services de l'État, des agences de l'eau, des bureaux d'études, des industriels.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Exposés théoriques illustrés par des cas pratiques.
- Mise en pratique sur micro-ordinateurs avec jeu de données test.
- Un support de cours est remis à chaque participant (avec modes opératoires).

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PARTENAIRE

Formation élaborée à la demande de l'ONEMA (devenu AFB au 1<sup>er</sup> janvier 2017).



## PROGRAMME

### Quels sont les objectifs de la banque ADES ?

- Outil de collecte et de conservation des données.
- Guichet unique multi-utilisateurs.
- Directive-cadre européenne.
- Positionnement au sein du SIE (portail national, webservices).
- Outil de gestion des producteurs de données.

### Concepts de la banque et architecture

- Rappel de l'existant en termes de sources de données et de flux.
- Architecture de la banque.
- Animation de la banque.
- Identification d'un point d'eau (code BSS).
- Modèle de données eaux souterraines SANDRE.

### Les outils associés à la banque ADES

- Mise en place de nouveaux réseaux et saisie des informations associées : lien avec DISCEAU.
- Les sites de diffusion (site public et site producteur).
- Contrôle du code BSS.
- Le module local de gestion des données : MOLOSSE.
- Les imports/exports ADES-MOLOSSE.
- Les données de suivi des sites des installations classées et sites pollués.

# Le référentiel hydrogéologique français BDLISA :

principes, prise en main et applications

2 jours

1180 € HT

28-29 juin 2017

Cette formation est déclinable en région

Orléans

## OBJECTIFS

- Connaître les caractéristiques de ce référentiel (données hydrogéologiques valorisées) et ses applications.
- Connaître les principes élémentaires de sa conception.
- Savoir exploiter les informations associées aux entités hydrogéologiques (types de formation géologique, potentialités aquifères, types de porosité, ordre de superposition...).
- Savoir utiliser le référentiel pour des applications pratiques en hydrogéologie.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants sauront rechercher et utiliser les informations pertinentes contenues dans BDLISA, manipuler le référentiel et les données associées et exploiter la BDLISA pour répondre à leurs besoins.

## PUBLIC CONCERNÉ

Ingénieurs, cadres et techniciens des administrations, des collectivités, des établissements publics et des bureaux d'études, hydrogéologues ou géomaticiens.

## PRÉREQUIS

- Connaissances en hydrogéologie générale.
- Maîtrise des outils SIG (ArcGIS ou QGIS).

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Exposés techniques illustrés à l'aide d'exemples concrets.
- Exercices d'application sous SIG.
- Manipulation d'outils web.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PARTENAIRE

Formation élaborée à la demande de l'ONEMA (devenu AFB au 1<sup>er</sup> janvier 2017).



## PROGRAMME

### Présentation générale du référentiel

- Historique: des premières cartes des systèmes aquifères vers un véritable référentiel national harmonisé et partagé par tous.
- Qu'est-ce qu'un référentiel et à quoi cela sert ?
- Les objectifs du référentiel BDLISA.

### Principes de construction, mise en œuvre et utilisation

- Les grands principes et les différentes étapes de construction du référentiel.
- Des données brutes aux données élaborées: une méthodologie commune qui garantit la cohérence d'ensemble de BDLISA.
- Les caractéristiques d'une entité hydrogéologique: ses limites, ses propriétés.
- La gestion de la superposition des entités: vers BDLISA 3D ?

### Manipulation des données valorisées de BDLISA par les logiciels de SIG

- Visualisation du contenu de BDLISA selon différents besoins (extension complète, selon niveau de recouvrement, selon les propriétés...).
- Notions d'ordres de superposition (relatif, absolu).
- Choix de l'échelle de représentation la plus adaptée.
- Traitements élaborés (utilisation de requêtes, coupes...).

### Outils de consultation et de téléchargement

- Le téléchargement de BDLISA: site du SANDRE, métadonnées, types de fichiers.

- Le démonstrateur BDLISA.
- La consultation en ligne de la BDLISA à travers des services variés: le log BDLISA, l'atlas des fiches BDLISA, les SIGES...

### Exemples concrets d'utilisation de BDLISA à différentes échelles (masse d'eau souterraine, bassin versant, échelle régionale, de bassin)

- Gestion de la ressource, contexte hydrogéologique, définition des masses d'eau, vulnérabilité, rattachements des points d'eau...
- Exercices de croisement avec d'autres données pour répondre à différents besoins (fiches BSS, points d'eau BSS EAU, prélèvements...).
- Comment avoir des informations complémentaires sur l'épaisseur, sur les débits potentiels, sur les paramètres hydrodynamiques, sur les usages, éventuellement sur la qualité ?

### BDLISA chez vous (en fonction du public inscrit)

- Les données et la méthodologie employées.
- BDLISA en quelques chiffres.
- Le retour d'expérience sur la délimitation et la caractérisation des entités.
- Les perspectives d'évolution et d'utilisation.

### Les processus et outils de mise à jour de la BDLISA : la Forge

### Amélioration continue de BDLISA : le workflow de mise à jour, les versions et l'outil web ouvert à tous

# La modélisation en hydrogéologie

4 jours

2 360 € HT

3-6 octobre 2017

Orléans

## OBJECTIFS

Les modèles mathématiques en hydrogéologie sont largement utilisés en tant qu'outils de gestion, de prévision, de compréhension du fonctionnement d'un système hydrodynamique complexe et, de façon générale, comme outils d'aide à la décision. Le processus de modélisation est parfois complexe et de nombreux aspects méritent d'être explicités. Il s'agit ici de présenter les différents modèles, leurs possibilités et limites aux acteurs de l'eau susceptible d'avoir à les recommander ou de les utiliser.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants :

- connaîtront les différents types de modèles qui permettent de simuler les systèmes hydrodynamiques ainsi que l'éventail de leurs applications possibles ;
- auront découvert les démarches qui aboutissent au choix de tel ou tel modèle ;
- auront découvert les méthodes et techniques utilisées pour construire un modèle ainsi que les logiciels correspondants.

## PUBLIC CONCERNÉ

Ingénieurs et cadres techniques ayant en charge des études impliquant ou prévoyant

une modélisation d'aquifères, ou personnes désireuses d'en savoir plus sur la modélisation en hydrogéologie (dynamique des nappes et propagation de pollutions) et les techniques utilisées.

## PRÉREQUIS

Bonnes connaissances en hydrogéologie.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Exposés techniques illustrés à l'aide d'exemples concrets : études de cas et démonstrations à l'aide de logiciels.
- Les principes de fonctionnement d'un modèle maillé seront abordés au travers d'exercices pédagogiques de simulation sous Excel. Les participants construiront notamment un modèle 2D sous Excel, avec différentes étapes allant de l'analyse des équations régissant l'écoulement et le bilan hydraulique, l'utilisation du calcul itératif, le contrôle de convergence, le calage et la représentation graphique des résultats en plan et en coupe. Le logiciel MARTHE sera également utilisé pour construire un modèle hydrogéologique simple.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Les domaines abordés couvrent

- L'hydrodynamique souterraine.
- Les écoulements dans les aquifères et dans la zone non saturée.
- Le transport de masse (propagation de pollutions).

### Le stage traite des questions suivantes

- Qu'est-ce qu'un modèle ?
- Quels sont les différents types de modèle ?
- Quels sont les problèmes que l'on peut aborder avec un modèle et ceux pour lesquels le modèle est indispensable ?
- Quelles sont les limites d'utilisation ?
- Le modèle conceptuel et le choix d'un référentiel de modélisation : modèle global ou modèle spatialisé ? modèle 2D, 3D, modèle multicouches, prise en compte ou non de la zone non saturée, etc.

- Les données nécessaires et les traitements préalables à leur intégration dans le modèle.
- Le modèle géologique, infrastructure du modèle hydrodynamique : méthodes et outils pour le construire.
- Passage du modèle géologique au modèle hydrodynamique.
- Calage du modèle et analyse des résultats.
- Analyse de sensibilité et validation du modèle.
- Utilisation d'un modèle hydrodynamique : gestion de la ressource, étude des remontées de nappes, études de pollutions, etc.

# Initiation à la modélisation hydrogéochimique

4 jours

2 360 € HT

25-29 septembre 2017

Orléans

## OBJECTIFS

- Acquérir les notions de base de la modélisation hydrogéochimique et se familiariser avec le logiciel standard (PHREEQC-3).
- Élaborer une méthodologie de modélisation des cas réels, prendre la mesure des apports et limites de la modélisation hydrogéochimique pour la compréhension des phénomènes physico-chimiques et microbiologiques.
- Se sensibiliser aux paramètres critiques de la modélisation hydrogéochimique.
- Découvrir les potentialités de la modélisation géochimique (illustrations par des cas d'étude).

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants seront à même de calculer la spéciation d'une solution aqueuse et de simuler les interactions eau/gaz/solide dans des systèmes batch ouverts ou fermés. Ils pourront également suivre l'évolution de la composition chimique d'un fluide lors de changements de température, de pression et de salinité, de mélanges de fluides et de dissolution/précipitations de phases solides.

## PUBLIC CONCERNÉ

Ingénieurs hydrogéochimistes et hydrogéologues souhaitant acquérir des compétences en modélisation géochimique.

## PRÉREQUIS

- Bases en chimie, géochimie et/ou hydrogéochimie.
- Notions de base en thermodynamique.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés théoriques, présentations de cas d'étude, exercices et travaux pratiques.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

Formation à la fois théorique sur la thermodynamique des solutions mais aussi pratique au travers de nombreux cas d'application du logiciel PHREEQC sur des thématiques variées de géochimie des eaux.

### Généralités sur la physico-chimie des solutions aqueuses

- Principes thermodynamiques de base.
- Loi d'action de masse, spéciation en phase aqueuse, équilibre thermodynamique.
- Activité d'une espèce dissoute.
- Déséquilibre redox, couples redox, diagramme de Pourbaix.
- Alcalinité.
- Bases de données thermodynamiques.

### Interactions solution aqueuse - minéraux/gaz

- Solubilité des minéraux, indices de saturation, effets pH.
- Règle des phases de Gibbs.
- Cinétiques réactionnelles, déséquilibre thermodynamique, chemin réactionnel.

- Réactions d'oxydoréduction et activité bactérienne.
- Réactions de complexation de surface, échange d'ions.

### Facteurs majeurs

- Effets de la température, de la pression, de la salinité.
- Mélanges de solutions.

### Cas concrets d'applications

- Évolution au cours du temps de la chimie d'une eau souterraine perturbée par un pompage.
- Pression partielle de  $\text{CO}_2$  à l'équilibre avec une roche en fonction de sa teneur en eau.
- Dénitrification d'une eau par activité bactérienne.
- Comportement redox d'un stérile minier et activité bactérienne.
- Sorption d'une molécule organique sur un hydroxyde de fer.

# Approches économiques au service de la gestion de l'eau :

développer un argumentaire économique pour l'aide à la décision



2 jours

1180 € HT

7- 8 décembre 2017

Montpellier

## OBJECTIFS

Donner un aperçu des approches économiques qui permettent de développer un argumentaire économique pour l'aide à la décision dans le secteur de la gestion de l'eau. L'économie apporte des réponses et un éclairage pour évaluer ou analyser les plans et programmes en chiffrant l'ensemble des coûts, des dommages et des bénéfices marchands et non-marchands liés à leur mise en place. Souvent ces travaux demandent de comprendre et appréhender le comportement des agents économiques à l'échelle individuelle ou collective pour pouvoir anticiper l'évolution des usages ou des pressions sur les ressources en eau dans différents scénarios. Un accent particulier sera mis sur les enjeux liés au changement climatique ainsi que sur le lien avec les approches par les services écosystémiques.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants sauront appréhender la logique d'une évaluation économique de laquelle découlera un argumentaire économique. Ils auront un aperçu d'une palette de méthodes et outils à disposition de l'économiste pour répondre à des questions de gestion ou de politique de l'eau. Si la maîtrise de ces approches n'est pas

possible en deux jours, le stagiaire comprendra à quelles questions l'économie peut répondre et dans quelles limites et quand y avoir recours dans un processus de planification. Son rôle dans ces démarches pourra aussi explicité. Ce stage permettra également d'acquérir un regard critique sur des analyses ou évaluations économiques et donnera les clefs pour se les approprier.

## PUBLIC CONCERNÉ

État, services de l'État, collectivités territoriales, animateurs SAGE, bureaux d'études, exploitants ou gestionnaires de l'eau.

## PRÉREQUIS

Être familier des enjeux de gestion de l'eau.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Illustrations avec un socle méthodologique et théorique léger.

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « géosciences et société » avec les formations MCA03, ENV15, ENV16 et RNO6.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

**Une introduction posera le cadre de l'économie de l'environnement.**

**Ensuite le stage sera structuré autour de quelques grandes questions :**

- les approches pour l'évaluation des plans, programmes ou politiques de gestion de l'eau (ACE, ACB, multicritère) :
  - exemples tirés de processus d'accompagnement de SAGE sur des aspects de gestion quantitative et qualitative. Illustration des limites de l'évaluation économique,
  - exemples de l'évaluation de l'impact sur l'agriculture d'accroissement de contraintes réglementaires ou d'instruments de gestion, enjeux liés au changement climatique,

- les enjeux particuliers de l'évaluation des bénéfices liés à l'amélioration des milieux aquatiques, liens avec les approches des services écosystémiques,
- perspectives pour l'amélioration des évaluations et argumentaires économiques : prise en compte de l'incertitude (approche de robustesse, options réelles), planification adaptative.

# Contamination des eaux souterraines :

connaissance, diagnostic et surveillance

3,5 jours

2 065 € HT

24-27 avril 2017

Orléans

## OBJECTIFS

- Avoir une vue d'ensemble sur la relation entre l'activité de surface (pressions), le milieu dans lequel circulent les eaux et la pollution induite et pouvoir conclure sur les actions à prévoir en fonction des activités.
- Savoir interpréter les résultats d'analyses chimiques et isotopiques obtenus sur les points d'eau souterraine (qualité de la donnée obtenue, représentativité de la mesure, interprétation en terme d'origine anthropique ou naturelle).
- Acquérir des connaissances de base sur les outils disponibles pour le traitement et l'interprétation des données acquises dans le cadre de la surveillance de la qualité des eaux souterraines.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants pourront poser un diagnostic sur l'origine des polluants et leur devenir probable et ainsi envisager/proposer des solutions.

## PUBLIC CONCERNÉ

Hydrogéologues ou ingénieurs chargés de la gestion des réseaux qualité des eaux souterraines, de la mise en place des plans d'action, de l'interprétation des données acquises dans le cadre d'un suivi de la qualité des eaux souterraines.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés techniques illustrés d'exemples et de cas d'études.

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « vulnérabilité des eaux souterraines » avec EAU15, EAU16 et EAU17.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

**Introduction sur les principes de l'hydrogéologie et de l'hydrogéochimie.**

**Incertitudes sur les analyses.**

**Grands principes sur la conception et représentativité d'un réseau de surveillance qualité (réseaux de contrôle de surveillance et opérationnels) et impact du prélèvement sur la qualité des données.**

**Processus hydrogéochimiques (dilution, adsorption, oxydo-réduction...).**

**Contamination naturelle et à l'échelle de sites pollués.**

**Les mécanismes de transfert et de rétention/remobilisation des polluants à l'exemple des phytosanitaires.**

**Outils pratiques : diagrammes hydrogéochimiques, isotopes, statistiques, systèmes d'information géographique.**

# Nature et transfert des polluants dans les sols et les nappes

3 jours

1770 € HT

8-10 mars / 18-20 octobre 2017

Orléans

Cette formation est déclinable à l'international.

## OBJECTIFS

- Connaître les différents types de pollutions et le comportement des polluants impliqués compte tenu de leurs propriétés.
- Acquérir les bases théoriques (chimie analytique, géochimie, hydrodynamique) nécessaires à la caractérisation d'une pollution et à la compréhension des mécanismes de propagation.
- Connaître les démarches aboutissant à la mise en œuvre de modèles de simulation de pollutions.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants auront acquis des bases théoriques sur la nature des polluants et les processus de transfert dans le sol et les aquifères et sauront quels moyens mettre en place pour appréhender leur comportement.

## PUBLIC CONCERNÉ

Ingénieurs, cadres et techniciens des administrations, des collectivités, des établissements publics, ingénieurs des bureaux d'études, responsables environnement d'entreprises industrielles.

## PRÉREQUIS

Connaissances de base en chimie et en hydrogéologie.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Formation assurée par plusieurs spécialistes des problématiques de pollution.
- La succession des interventions respecte la logique de l'étude d'une pollution : de la caractérisation de la pollution à la modélisation.
- Exposés techniques illustrés d'exemples et d'études de cas.

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « vulnérabilité des eaux souterraines » avec EAU14, EAU16 et EAU17.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Typologie des pollutions et mécanismes chimiques

- Pollutions anthropiques et contaminations naturelles par le « fond géochimique ».
- Propriétés physico-chimiques des principaux polluants avec rappels sur les mécanismes chimiques de base (oxydation-réduction, dissolution-précipitation, échanges d'ions, équilibres, etc.).
- Conséquences sur le comportement des polluants dans les aquifères.
- L'atténuation naturelle.
- Méthodes isotopiques pour la compréhension des modes de transfert et origine des contaminants.

### Les outils de mesure de la qualité de l'eau et les méthodes de caractérisation analytique

- Les techniques d'échantillonnage, les mesures sur site et les analyses au laboratoire.

### Processus intervenant dans la propagation d'un polluant

- Aspects physiques : convection et dispersion.
- Aspects chimiques : adsorption, complexation, spéciation, etc.

### Modélisation du transfert des polluants

- Modélisation hydro-dispersive et modélisation réactive.
- Principes généraux, données nécessaires, mise en œuvre d'un modèle, incertitudes.

### Étude de cas

- Hydrocarbures et solvants chlorés, métaux lourds, nitrates. (Pour les pesticides, une formation spécifique est proposée EAU 16).

# Contamination des eaux souterraines par les pesticides :

évaluation du risque et suivi de la qualité

2 jours

1180 € HT

6-7 avril / 12-13 octobre 2017

Orléans

## OBJECTIFS

- Acquérir des connaissances sur le devenir des pesticides et leur transfert vers les eaux souterraines.
- Appréhender la problématique de la surveillance de la qualité des eaux.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants sauront comment considérer les données de suivi de la qualité des eaux souterraines et mieux interpréter les résultats obtenus...

## PUBLIC CONCERNÉ

Cadres des collectivités territoriales, ingénieurs des administrations, responsables de la qualité des eaux, ingénieurs des bureaux d'études.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés théoriques, présentations de cas et applications pratiques.

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « vulnérabilité des eaux souterraines » avec EAU14, EAU15 et EAU17.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Devenir des pesticides dans l'environnement

- Les pesticides.
- Bases de chimie environnementale.
- Principes agronomiques.
- Processus de transfert vers les eaux souterraines.
- Évaluation du transfert en laboratoire et in situ.
- Principes généraux de l'homologation des pesticides.

### Suivi de qualité

- Du prélèvement à l'analyse : accréditation des laboratoires, incertitudes analytiques.
- Les obligations de la Directive-cadre sur l'eau et les réseaux de surveillance.
- État de la contamination des eaux par les pesticides.
- Suivi des transferts à l'échelle du bassin versant.

### Les outils : quels modèles et à quelle échelle ?

- Les différents modèles – quelles échelles ?
- Paramétrisation des modèles de transfert.
- Données mesurées et modèles.
- Intérêts et limites de la modélisation.

# Protection des aires d'alimentation de captage :

## délimitation et caractérisation de la vulnérabilité

2 jours

1180 € HT

13-14 juin / 21-22 novembre 2017

Orléans

### OBJECTIFS

- Connaître le cadre réglementaire de la protection des captages contre les pollutions diffuses.
- Acquérir les notions théoriques et pratiques concernant la délimitation des aires d'alimentation de captage, dans les différents contextes hydrogéologiques français (alluviaux, sédimentaires, karstiques, socle fissuré et/ou volcanique) et la cartographie de la vulnérabilité.
- Assimiler les principes des différentes méthodes de cartographie de la vulnérabilité pour les différents contextes hydrogéologiques.
- Tester les méthodes sur quelques exemples types.

### COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants sauront maîtriser les concepts et les outils de délimitation et caractérisation de la vulnérabilité des aires d'alimentation des captages.

### PUBLIC CONCERNÉ

Ingénieurs, cadres et techniciens des administrations, des collectivités des établissements publics et des bureaux d'études, animateurs de bassin d'alimentation de captage.

### PRÉREQUIS

- Connaissances en hydrogéologie générale et de terrain.
- Connaissance des outils SIG (présentation de cas avec ArcGis).

### OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés théoriques, présentations de cas et applications pratiques (à l'aide d'un SIG).

### PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « vulnérabilité des eaux souterraines » avec EAU14, EAU15 et EAU16.

### OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

### PROGRAMME

Contexte législatif français, décret, circulaire.

Objectif des AAC dans le cadre des programmes d'action.

Concept d'AAC, délimitation de l'AAC dans les différents contextes hydrogéologiques.

Concept de vulnérabilité intrinsèque.

Méthodes de cartographie de la vulnérabilité pour les milieux continus, fissurés et karstiques.

Exemples d'application des outils présentés avec un SIG (3 exemples dans des contextes différents).

# La formation sur l'eau et les milieux aquatiques de l'Agence française pour la biodiversité (AFB)

À compter du 1<sup>er</sup> janvier 2017, l'Agence française pour la biodiversité (AFB) rassemble en une seule structure publique l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques, l'Agence des aires marines protégées, l'Atelier technique des espaces naturels et parcs nationaux de France avec l'objectif d'une reconquête de la biodiversité dans les milieux terrestres, aquatiques et marins en France métropolitaine et ultramarine.

La formation est au cœur de ce nouveau dispositif et s'inscrit dans la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement et des directives européennes relatives à l'environnement. Il s'agit d'améliorer, par la formation continue, la connaissance et la prise en compte des écosystèmes dans les activités industrielles, agricoles et d'aménagement du territoire.

Dans le domaine de l'eau notamment, l'offre de formation de l'AFB couvre trois champs principaux : le diagnostic et la restauration des écosystèmes aquatiques, les systèmes d'information, ainsi que le droit de l'environnement, la police de l'eau et l'économie de l'eau.

Cette offre s'adresse aux scientifiques, techniciens et professionnels des services de l'État, leurs établissements publics, mais également aux ingénieurs et techniciens des collectivités territoriales, des industries, des associations et des bureaux d'études.

La pluralité des domaines et des niveaux permet aux stagiaires de compléter leurs connaissances ou de réaliser un véritable parcours de formation. Pour cela, l'AFB intègre dans son offre des stages complémentaires labellisés et développés par d'autres opérateurs de formation. Cette interdisciplinarité contribuera à terme à l'harmonisation, au plan national, des formations et des bonnes pratiques sur l'eau et les milieux aquatiques.

Les formations ont lieu aux centres de formation de l'AFB, au Paraclet (80) ou à Montpellier (31) ou peuvent être délocalisées en fonction des exigences pédagogiques ou des spécificités des sessions. Le centre de formation du Paraclet dispose en outre de laboratoires et sites expérimentaux permettant des applications pratiques. Il a également une capacité d'hébergement permettant l'accueil sur place des stagiaires.

**Pour toute information complémentaire sur l'offre proposée par l'AFB ou la mise en place de formations sur mesure s'adresser à :**

Centre de formation du Paraclet  
BP30005 Fouencamps  
80332 Boves cedex  
Tél.: 03 22 35 34 70  
<http://agence-francaise-biodiversite.fr>



## Office international de l'eau

Centre national de formation aux métiers de l'eau

L'Office international de l'eau (OIEau) propose et organise depuis plus de 30 ans un catalogue des formations professionnelles continues sur les métiers de l'eau. S'appuyant sur une équipe pédagogique de 30 formateurs permanents et un réseau de 150 experts, l'OIEau forme annuellement 6 000 professionnels français et étrangers travaillant dans les collectivités, les services de l'État, chez les prestataires et opérateurs privés, les bureaux d'études et les industriels... Sur ses sites de Limoges et La souterraine, l'OIEau dispose d'un ensemble

d'installations pédagogiques et techniques unique au monde d'une surface de 30 000 m<sup>2</sup> où sont réalisés des travaux pratiques en conditions réelles de travail.

**Office international de l'eau**

CNFME  
22 rue Édouard Chamberland  
87 065 LIMOGES Cedex  
Tél.: 05 55 11 47 00 - Fax : 05 55 11 47 01  
E-mail : [stages@oieau.fr](mailto:stages@oieau.fr)  
[www.oieau.org/cnfme](http://www.oieau.org/cnfme)

## Formapr'eau

Le réseau des centres de formation, animé par l'OIEau, se mobilise pour centraliser et diffuser les formations professionnelles courtes sur **les milieux aquatiques en France**.

Rendez-vous sur [www.formapr'eau.fr](http://www.formapr'eau.fr). Parmi 170 formations proposées par 10 centres de formation, choisissez celle qui sera la plus adaptée à vos besoins.



# GÉOTHERMIE

La loi sur la transition énergétique pour la croissance verte de 2015 vise à réduire plus efficacement les émissions de gaz à effet de serre, diminuer la facture énergétique de la France et faire émerger des activités génératrices d'emploi. Développer les énergies renouvelables et réaliser des économies d'énergie dans le bâtiment sont les premiers chantiers de la transition énergétique.

La géothermie de surface (shallow geothermal energy) fait partie des ressources énergétiques renouvelables à fort potentiel de développement que ce soit pour de la production de chaleur par usage direct et pour de la production de chaleur et/ou de froid assistée par des pompes à chaleur géothermiques. Elle permet de répondre à la nécessité de programmer la fourniture énergétique des bâtiments selon leurs besoins saisonniers et leurs modes d'occupation.

Puiser cette forme d'énergie dans le proche sous-sol nécessite une connaissance et un savoir-faire spécifiques pour que ce soit par des dispositifs utilisant l'eau souterraine ou des échangeurs géothermiques à boucle fermée.

Pour optimiser l'intégration de la géothermie dans les projets de chauffage et/ou de rafraîchissement, il est nécessaire de maîtriser l'ensemble des aspects techniques, administratifs et réglementaires et d'adapter le dimensionnement de la partie sous-sol aux besoins du bâtiment.

Le BRGM, par sa connaissance du sous-sol et de l'eau souterraine et par l'appui qu'il apporte aux politiques publiques, accompagne la structuration de cette filière géothermie. Cette expertise est mise à la disposition des utilisateurs de la chaleur du sous-sol : travaux de recherche et de développement dédiés aux méthodes, moyens

Forage rotary pour la mise en place d'une boucle de sonde géothermique verticale (2012).

© BRGM - Pascal Monnot



et conditions de mise en œuvre, porté à connaissance des ressources géothermiques par la réalisation de documents d'analyse des données du sous-sol.

BRGM Formation, avec l'ADEME et les professionnels de la filière (AFPG) ont élaboré des formations spécifiques afin d'appuyer le développement de la géothermie de surface pour la production de chaleur et de froid. Ces formations contribuent à la montée en compétence des acteurs de cette filière, accompagnant ainsi la conception, la réalisation, la mise en service et l'utilisation des ouvrages et équipements des installations de géothermie.

Les formations proposées par BRGM Formation s'adressent autant aux concepteurs des projets, aux installateurs qu'aux artisans qui recherchent une qualification ou une certification pour mettre en œuvre ou exploiter cette ressource.

## Géothermie

- 48** Introduction à la géothermie
- 49** Géothermie sur pompes à chaleur en collectif et tertiaire : montage et conduite de projet
- 50** Initiation au dimensionnement de champs de sondes géothermiques verticales
- 51** Forages géothermiques : doublets forages d'eau et sondes géothermiques

# Introduction à la géothermie

1 jour

590 € HT

2 mars 2017  
15 novembre 2017Paris  
Orléans

## OBJECTIFS

Dans un contexte de transition énergétique que peut représenter la géothermie en tant qu'énergie renouvelable, quels en sont ses ressources et ses multiples usages.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants connaîtront l'éventail des ressources potentielles en géothermie et les filières d'application dans le bâtiment et l'industrie.

## PUBLIC CONCERNÉ

Professionnels ou particuliers qui s'interrogent sur les différentes formes d'exploitation de la géothermie ou qui envisagent le recours à cette énergie renouvelable : prescripteurs, décideurs et maîtres d'ouvrage publics ou privés, promoteurs immobiliers, architectes, constructeurs et installateurs.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés illustrés d'exemples.

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « introduction aux géosciences et leurs applications » avec les formations GEO01, EAU01, RNO1 et MCA09.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PARTENAIRE

Formation conçue et mise en œuvre avec l'ADEME.



## PROGRAMME

### Développement de la géothermie, dans le monde, en Europe et en France.

### La géothermie : origine et relation avec la dynamique terrestre.

### Les principales applications géothermiques et illustration à travers des exemples en France :

- production d'électricité.
- production de chaleur par usage direct ou assisté par pompe à chaleur.
- production de froid.

### Présentation des différents modes d'exploitation de l'énergie du proche sous-sol :

- le principe de la sonde géothermique verticale et des champs de sondes.

- l'exploitation de l'eau souterraine (principes d'hydrogéologie).
- les pompes à chaleur géothermiques, pour valoriser l'énergie du sous-sol.

### La réglementation et les démarches administratives.

### Les outils d'aide au développement de l'exploitation des aquifères par les pompes à chaleur.

### Les retours d'expérience.

# Géothermie sur pompes à chaleur en collectif et tertiaire :

montage et conduite de projet

3 jours

1770 € HT

28-30 mars 2017  
5-7 décembre 2017

Paris

Exploitation des aquifères superficiels et des sondes géothermiques pour la production de chaleur et/ou de froid et le stockage inter-saisonnier.

## OBJECTIFS

- Identifier les méthodes d'optimisation des performances énergétiques d'un bâtiment et de la pompe à chaleur elle-même (dimensionnement, régimes de fonctionnement).
- Maîtriser les étapes, le schéma critique et l'arbre de décision d'un projet dans sa globalité.
- Dimensionner la réponse aux besoins thermiques et choisir les technologies sous-sol appropriées.
- Estimer la viabilité économique, administrative et réglementaire du projet.
- Savoir présenter l'opération au maître d'ouvrage.
- Connaître les acteurs du projet et leurs rôles respectifs, de la pré-faisabilité jusqu'à l'exploitation et la maintenance.
- Cette formation est référencée par l'OPQIBI et l'I-Cert pour l'obtention de la mention « RGE ».

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants sauront :

- organiser et prioriser les étapes du montage et de la réalisation d'un projet utilisant la géothermie ;

- dialoguer avec le maître d'ouvrage et l'ensemble des intervenants techniques du projet ;
- utiliser les informations et services disponibles pour l'évaluation initiale d'un projet ;
- intégrer la phase géothermie dans un programme de suivi et maintenance de l'installation.

## PUBLIC CONCERNÉ

Professionnels des filières du bâtiment, de l'énergie et du sous-sol : assistants aux maîtres d'ouvrage publics ou privés, aux maîtres d'œuvre, bureaux d'études techniques, ingénieries, cabinets d'architectes, de conseil, d'expertise.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Exposés illustrés d'exemples et présentation d'opérations.
- Étude de cas.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PARTENAIRES

Formation conçue avec l'ADEME et animée avec l'AFPG.



## PROGRAMME

### La géothermie superficielle

- La place de la géothermie superficielle :
  - politiques publiques, filière PAC géothermiques pour le collectif et le tertiaire, différents systèmes de PAC, marché français ;
  - les caractéristiques thermiques du sous-sol pour la production de chaud et/ou de froid ;
  - les étapes clés et les acteurs d'un projet géothermique dans le collectif et le tertiaire ;
  - l'évaluation des besoins thermiques et de fonctionnement d'un bâtiment : vers la basse consommation.

### Dispositifs d'exploitation thermique du sous-sol : principes, configuration et règles de l'art

- Sondes géothermiques et de champs de sondes.
- Le test de réponse thermique de terrain (TRT) et le dimensionnement des sondes, réalisation et mise en place.

- Eau souterraine (pour les pompes à chaleur).
- Techniques de forage, configuration, conception et dimensionnement des forages, maintenance.

### Les aspects réglementaires et administratifs des projets géothermiques

- Textes, règlements, normes.
- Procédures administratives.
- Cahier des charges.

### Le montage du projet

- Les outils financiers, techniques, d'aide à la décision.
- La viabilité économique, administrative et réglementaire d'un projet géothermique dans le collectif et le tertiaire.
- Comment emporter l'adhésion du maître d'ouvrage ?

### Retours d'expériences et études de cas

# Initiation au dimensionnement de champs de sondes géothermiques verticales

3 jours

1770 € HT

22-24 novembre 2017

Orléans

## OBJECTIFS

- Apprendre à mettre en œuvre un projet de champs de sondes géothermiques verticales (SGV).
- Comprendre les principes du transfert thermique autour des SGV, l'implication sur le dimensionnement.
- Connaître les guides, les outils et la réglementation pour assurer la viabilité économique et la qualité d'un tel projet.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants sauront utiliser les guides techniques et les outils de dimensionnement d'un champ de sondes, mettre en pratique des méthodes et logiciels de dimensionnement de champs de SGV. Les participants sauront concevoir, mettre en œuvre et interpréter un test de réponse thermique.

## PUBLIC CONCERNÉ

Bureaux d'études techniques, ingénieries, en sous-sol et en thermique (énergétique/fluide).

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Exposés théoriques et exercices pratiques.
- Études de cas et retours d'expériences.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PARTENAIRE

Formation co-construite avec l'ADEME.



## PROGRAMME

Les principes du transfert thermique autour des SGV.

Les différents types de SGV et les techniques de mise en place. Adaptation de la technique au contexte géologique.

Étude de faisabilité; recueil et analyse de données.

Dimensionner jusqu'à 4 sondes à l'aide d'abaques.

Le test de réponse thermique (TRT): principe, mise en œuvre, interprétation.

La simulation thermique dynamique pour le dimensionnement des champs de sonde.

Influence des paramètres d'entrée sur les performances des installations.

Pré-dimensionnement d'un champ de sonde: logiciel EED et méthode ASHRAE.

Analyse des méthodes, et variantes possibles (géométrie du champ de sondes, taux de couverture...).

Les démarches qualité, et le contexte administratif et réglementaire (code minier réformé, normes...).

Les mécanismes d'aide (fonds chaleur ADEME...).

# Forages géothermiques :

doublets forages d'eau et sondes géothermiques

3 jours

1770 € HT

1-3 mars / 4-6 juillet 2017

Orléans

Cette formation est déclinable en région.

## OBJECTIFS

- Fournir le cadre normatif et réglementaire de la géothermie de minime importance (GMI).
- Présenter les outils pour trouver les informations nécessaires à la conception et à la réalisation des installations (InfoTerre, BSS, cartes réglementaires, télédéclaration, GESFOR, OUAIP).
- Présenter les principales techniques de forage et les techniques de dimensionnement.
- Présenter les bonnes pratiques en liaison avec la mise en œuvre des échangeurs géothermiques (sondes géothermiques, forages d'eau, doublets), la mise en service et la maintenance de l'installation.
- Cette formation est l'un des éléments pour obtenir une qualification RGE auprès de QUALIT'EnR.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants sauront :

- conseiller un maître d'ouvrage sur les plans techniques et financiers ;
- maîtriser les principes de conception et de dimensionnement d'une installation ;
- organiser les points clés de la mise en œuvre et de la mise en service et la maintenance, être capable de les expliquer à son interlocuteur.

## PUBLIC CONCERNÉ

Les professionnels du forage.

## PRÉREQUIS

- Compétences en forages.
- Connaissance des différentes techniques de forage.
- Bases de géologie et hydrogéologie ou suivi du stage GEO03.
- Maîtrise des outils internet.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Exposés théoriques, exercices pratiques, études de cas, retour d'expériences.
- Validation des acquis par exercices pratiques notés par questionnaires forage d'eau/sondes à réponse unique en fin de formation.

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « forages courts » avec les formations GEO03, EAU04 et EAU05.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

Formation donnant accès à la **QUALIFICATION RGE** (reconnu garant de l'environnement) délivrée par QUALIT'ENR



## PROGRAMME

### 1<sup>er</sup> jour

- Conseils au maître d'ouvrage/maître d'œuvre/Installateur sur les plans techniques, financiers et divers.
- Contexte environnemental, marché et label qualité.
- Les mesures d'accompagnement (techniques, financières).
- Le contexte réglementaire et administratif (carte réglementaire).
- Démarches administratives et procédures ;
- Technologies de la géothermie et techniques de forage.
- Savoir établir un devis.
- Savoir chercher les informations sur les caractéristiques thermiques du sous-sol.

### 2<sup>e</sup> jour

- Conception et dimensionnement d'une installation au plus juste des besoins et en fonction de l'existant.
- Organiser les points clés de la mise en œuvre et de la mise en service, être capable de les expliquer à son interlocuteur.

- Normes associées aux forages.
- Risques liés au chantier.
- Les différents types d'équipement de forage.
- La cimentation.
- Pompages d'essai.
- Présentation de GesFor.
- Éléments de surface.
- Réception d'une installation de géothermie sur sonde et sur forage d'eau.

### 3<sup>e</sup> jour

- Planifier la maintenance de l'installation.
- Points clés d'un suivi d'une installation sur sonde et sur forage d'eau.
- Savoir diagnostiquer un problème de fonctionnement sur l'ouvrage souterrain.
- Évaluation théorique et pratique des acquis.



# MINES, CARRIÈRES, APRÈS-MINE

L'urgence d'une gestion durable de la ressource en mines et matériaux dans un contexte d'urbanisation et de développement technologique implique des changements de paradigme vers une exploitation responsable des ressources primaires, leur gestion environnementale et la mise en œuvre d'une économie circulaire.

Le BRGM possède, par son cœur de métier, une expertise en exploration et en économie minière acquise en France et à l'international. Son expertise en environnement du sol et sous-sol lui permet d'aborder la notion de mine responsable, de ressources primaires et secondaires, et plus particulièrement d'être l'opérateur auprès de l'État pour la gestion de l'après-mine et de proposer des formations permettant de répondre à ces nouveaux concepts.

**L'exploration minière** et la découverte de gisements sont vitales pour couvrir les besoins de l'économie mondiale en substances minérales, qu'elles soient traditionnelles ou nouvelles. Fort de son expérience minière dans le monde entier, le BRGM est fréquemment sol-

licité comme maître d'œuvre de grandes campagnes de prospection à l'international. Trois formations sont proposées sur ce thème, et peuvent constituer un parcours.

L'extraction des **matériaux** en France permet de faire face aux besoins dans le domaine de la construction et intéresse de nombreux usages industriels. L'activité « matériaux » au sein du BRGM, très étoffée, s'étend de l'appui aux politiques publiques aux recherches spécifiques pour des sociétés privées. Quatre formations sont proposées sur ce thème dont l'une est proposée par Ineris Formation au sein de BRGM Formation.

Le recyclage des métaux et matériaux comme **ressources minérales secondaires** est l'un des piliers de l'économie circulaire. La capacité à recycler les produits en fin de vie – constitue un gisement de matériaux important, à faible impact environnemental, qui répond à une gestion efficace, intégrée et durable des ressources. Le BRGM s'intéresse à ces filières de valorisation des matériaux et minéraux



Inspection et contrôle de l'état des cavités et galeries de l'ancienne mine de fer de May-Sur-Orne (Calvados, 2012).

© MEDDE - Laurent Mignaux

recyclables. Cette expérience permet à BRGM Formation de proposer au catalogue 2017 une première formation sur les enjeux et les principales technologies du recyclage des déchets électroniques.

La fin de l'extraction minière en France a fait émerger une nouvelle problématique territoriale, l'**après-mine**, confiée par l'État au BRGM: la gestion des dommages causés par l'activité minière, la sécurité des biens et des personnes et la prise de mesures pour préserver l'environnement. Les formations proposées sur ce thème répondent à la nécessité d'accompagner les personnes en charge de la gestion de l'après-mine. Elles ont un lien étroit avec la plupart des autres thèmes de ce catalogue (ressources minérales, environnement, risques...). Trois stages sont proposés, constituant un parcours, pour appréhender la problématique « après-mine », acquérir les éléments d'une gestion en sécurité des anciennes mines et aborder les impacts environnementaux liés à celles-ci.

## Exploration minière

- 54** Méthodes et bonnes pratiques de l'exploration minière
- 55** Initiation à la géologie et à la métallogénie
- 56** Initiation à l'économie minière responsable

## Gestion des matériaux

- 57** Matériaux et minéraux extraits de carrières
- 58** Stabilité des flancs de carrières
- 59** Interaction d'un bassin de décantation avec le milieu environnant : bilan quantitatif et qualitatif en eau
- 60** L'amiante dans l'environnement naturel : enjeux socio-économiques et évolutions réglementaires

## Ressources minérales secondaires

- 61** Recyclage des déchets électroniques

## Après-mine

- 62** Les fondamentaux de la gestion de l'après-mine
- 63** Gestion de l'après-mine : principales applications
- 64** Géologie environnementale

# Méthodes et bonnes pratiques de l'exploration minière



4 jours

2360 € HT

3-7 avril 2017

Cette formation est déclinable à l'international.

Orléans

## OBJECTIFS

Connaître l'intérêt, les limites et les implications des différentes approches de la prospection minière, du satellite à la géochimie, de manière à mettre en œuvre et/ou contrôler des travaux en adéquation avec le contexte géologique, minier et environnemental.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants auront compris les principales méthodes de la prospection minière, aux différentes échelles. Ils seront capables d'en comprendre les différentes étapes et l'utilité pour mettre en place ou suivre un processus d'exploration. Ils sauront avoir une analyse critique des résultats présentés par les sociétés minières. Ils pourront compléter leur formation en suivant les formations spécifiques aux méthodes présentées.

## PUBLIC CONCERNÉ

- Géologues et prospecteurs miniers des compagnies minières et des services géologiques.
- Personnel technique des administrations en charge des mines et de l'environnement (octroi des titres miniers, suivi des travaux des compagnies minières, contrôle environnemental).
- Parties prenantes : société civile, bureaux d'étude.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Exposés techniques, présentations de cas et applications pratiques.
- Excursion de terrain (J4) pour effectuer des mises en situations de contexte et la mise en œuvre appropriée de travaux pratiques de prélèvements et de mesures.

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « exploration minière » avec les formations MCAo2 et MCAo3.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Caractérisation des principaux gisements

- Contextes géologiques.
- Nature chimique et minéralogique des minerais.
- Géométrie des gisements.

### Reconnaissance par télédétection (voir formation GEOo6)

- Quelle(s) imagerie(s) ?
- Quelle interprétation ?

### Reconnaissance par géophysique (voir formation GEOo7)

- Quel(s) outil(s) ?
- Quelle interprétation ?

### Exploration géochimique

- Altérologie et mobilité des éléments dans la sphère supergène.
- L'exploration géochimique dans les différents environnements climatiques.
- Appréhender les phases et les techniques d'échantillonnage.
- Les méthodes d'analyse.
- L'interprétation des analyses.

### Les bonnes pratiques

- Au regard de l'exploration.
- Au regard de l'environnement.
- Au regard des parties prenantes.
- Au regard des investisseurs.

### Grandes lignes de la faisabilité technico-économique de l'exploitation d'un gisement et de la responsabilité environnementale associée (voir formation MCAo3)

# Initiation à la gitologie et à la métallogénie



4,5 jours

2 665 € HT

13-17 novembre 2017

Cette formation est déclinable à l'international.

Orléans

## OBJECTIFS

Avoir une connaissance générale des différents types de gisement et des processus de minéralisation qui les ont générés et appréhender les outils d'exploration.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants auront compris la notion de gisement et les grands principes de la gitologie et de la genèse des minerais (métallogénie), permettant replacer les processus de minéralisation dans leurs contextes géodynamiques, comprendre la typologie des minerais, établir des éléments de prédictivité. Ils auront appréhendé les outils permettant de classer les gisements et d'en évaluer l'importance économique.

## PUBLIC CONCERNÉ

Géologues et prospecteurs miniers.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés théoriques, présentations de cas.

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « exploration minière » avec les formations MCAo1 et MCAo3.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Notion de gisement minier

- Typologie des gisements :
  - gisements liés aux environnements ultramafiques ;
  - gisements liés au magmatisme felsique ;
  - gisements épithermaux ;
  - gisements de type volcano-sédimentaire ;
  - gisements sédimentaires ;
  - gisements d'or orogéniques ;
  - gisements supergènes.
- Nouvelles typologies et métaux stratégiques.

### Visite de terrain d'une mine en activité

# Initiation à l'économie minière responsable



2 jours

1180 € HT

5-6 juillet 2017

Cette formation est déclinable à l'international

Orléans

## OBJECTIFS

- Appréhender les contraintes géopolitiques des marchés des matières premières minérales à l'échelle mondiale.
- Comprendre les enjeux économiques aux différentes étapes d'un projet minier.
- Se sensibiliser au concept de mine responsable, intégrant les enjeux sociaux, sociétaux et environnementaux tout au long du cycle du projet.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants auront acquis une vision claire et globale des problématiques d'exploitation des ressources primaires minérales dans un contexte mondialisé, financiarisé et s'orientant dans une logique de développement durable.

## PUBLIC CONCERNÉ

Géologues, administrations, professionnels des filières concernées.

## PRÉREQUIS

Connaissances élémentaires sur le secteur minier.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés théoriques illustrés par des études de cas.

## PARCOURS

- Ce stage constitue un parcours de compétence « géosciences et société » avec les formations EAU13, ENV15, ENV16 et RNo6.
- Ce stage constitue un parcours de compétence « exploration minière » avec les formations MCAo1 et MCAo2.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Structure mondiale de l'industrie minière

- Rôle des compagnies juniors/majors, des banques d'affaires, des fonds de pension.
- Fixation du cours des matières premières et places de marchés internationales.
- Spécificités des marchés (métaux précieux, petits métaux, etc.).
- Flux internationaux et notion de chaîne de valeurs.

### Économie et faisabilité des projets miniers dans un contexte de développement durable

- Les différentes phases d'un projet minier et les études correspondantes.
- Les facteurs de vulnérabilité internes (coûts de production, coûts environnementaux, etc.).
- Positionnement des projets dans le contexte international.

# Matériaux et minéraux extraits de carrières

2 jours

1180 € HT

4-5 octobre 2017

Orléans

## OBJECTIFS

- Découvrir les filières relatives aux minéraux industriels, aux granulats et aux roches ornementales et de construction depuis l'accès à la ressource jusqu'aux domaines d'utilisations et de mise en œuvre.
- Découvrir les spécifications d'emploi, la normalisation et les méthodes de caractérisation.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants auront une vision d'ensemble sur les différents matériaux ou minéraux de la ressource à son utilisation et du cadre technique et administratif de leur exploitation.

## PUBLIC CONCERNÉ

Géologues, administrations, collectivités, exploitants, professionnels des filières concernées.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés techniques (1,5 jour) et visite de laboratoires (0,5 jour).

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

**Matériaux et minéraux de carrières (définition et caractéristique).**

**Classification et nomenclature des substances et des produits.**

**Géologie et gisements.**

**Spécifications d'emploi et normalisation.**

**Principales méthodes de caractérisation.**

**Matériaux de substitution (granulats marins, recyclage).**

**Économie et filières.**

**Spécificités du marché des minéraux industriels.**

**Approche filière par substances et par utilisateurs.**

**Conditions d'accès à la ressource.**

**Cadre réglementaire.**

**Contexte environnemental.**

**Aspect technico-économique.**

**Visite de laboratoires**

- Passage en revue des principaux équipements de caractérisation.
- Exemple de mise en œuvre d'essais industriels.

# Stabilité des flancs de carrières

2 jours

1180 € HT

27-28 juin 2017 (BRGM Formation)  
11-12 octobre 2017 (Ineris Formation)

Paris

## OBJECTIFS

Saisir les principaux phénomènes de dégradation et les mécanismes associés pour agir :

- connaître les principaux phénomènes de dégradation de la stabilité en carrières et les mécanismes associés ;
- identifier les facteurs aggravants et leurs effets ;
- surveiller, renforcer et mettre en sécurité les flancs de carrières à ciel ouvert.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants sauront identifier et gérer les instabilités pour une mise en sécurité.

## PUBLIC CONCERNÉ

Ingénieurs ou responsables en charge de sites à ciel ouvert d'extraction de matériaux. Exploitants de site d'extraction. Inspecteurs des installations classées en charge des sites d'extraction.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés théoriques et illustrations.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PARTENAIRE

Cette formation a été conçue et est animée par Ineris Formation ; également inscrite dans le catalogue d'Ineris Formation.

**INERIS**  
formation

## PROGRAMME

### Les principes de base

- Les différents types d'instabilité de pente.
- Les données géologiques et géotechniques nécessaires à l'étude et l'analyse de stabilité de pente et de talus.

### Évaluation de l'état de stabilité

- La détermination géométrique des cas de ruptures possibles.
- La notion de coefficient de sécurité et méthodes de calcul courantes.
- Les principaux facteurs influençant l'état de stabilité d'une pente : hauteur, angle de pente, eaux, exploitation, géométrie, engins...

### Surveillance, renforcement et mise en sécurité

- Les méthodes de surveillance de la stabilité des talus : les différentes techniques et leurs contraintes.

- Les méthodes de renforcement et de soutènement des talus instables : notions de parades passives et actives, aspects technico-économiques.
- La mise en sécurité et réaménagement des mines et carrières à ciel ouvert :
  - les principes réglementaires ;
  - la stabilité des fronts rocheux, terrassements et dépôts dans le cadre de la remise en état ;
  - l'impact sur l'environnement et ses conséquences techniques.

# Interaction d'un bassin de décantation avec le milieu environnant :

bilan quantitatif et qualitatif en eau

1 jour

590 € HT

8 juin 2017

Orléans

## OBJECTIFS

Comprendre les grands principes du fonctionnement d'un bassin de décantation en termes d'échanges avec le milieu environnant.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants sauront :

- quantifier les échanges d'un bassin de décantation avec le milieu environnant ;
- appréhender les enjeux associés à l'utilisation de flocculants.

## PUBLIC CONCERNÉ

Cadres et techniciens des services de l'État, agences de l'eau, collectivités, bureaux d'étude, exploitants, en charge de la réalisation d'études hydrogéologiques et/ou environnementales.

## PRÉREQUIS

Connaissances de base en hydrogéologie.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés théoriques illustrés par un cas d'étude.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

**Principes de fonctionnement d'un bassin de décantation et de ses interactions avec le milieu environnant.**

**Les bassins de décantation dans l'industrie**

**Exemple de l'industrie minérale**

**Bilan hydrique : théorie et pratique.**

**Apport de la modélisation à la compréhension du fonctionnement du bassin et de ses échanges avec la nappe**  
(mise en œuvre de modèles mécanistique et hydrogéologique).

**Devenir des flocculants et de leurs sous-produits dans un bassin de décantation.**

# L'amiante dans l'environnement naturel :

enjeux socio-économiques et évolutions réglementaires

2 jours

1180 € HT

14-15 juin 2017

Orléans

## OBJECTIFS

Former tous les acteurs susceptibles de travailler dans des terrains naturels amiantifères à la problématique amiante et aux risques d'exposition encourus.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants :

- auront acquis les notions fondamentales sur l'amiante ;
- seront sensibilisés aux risques encourus lors d'interventions sur des terrains naturels amiantifères ;
- se seront familiarisés avec les principaux types d'occurrences amiantifères dans l'environnement naturel ;
- auront acquis les réflexes permettant d'éviter ou de réduire les risques liés à une exposition à l'amiante dans l'environnement naturel.

## PUBLIC CONCERNÉ

Conducteurs de travaux, donneurs d'ordres étant confrontés à des interventions sur terrains amiantifères, géologues, hydrogéologues, géophysiciens, géotechniciens, ingénieurs.

## PRÉREQUIS

Avoir des connaissances de base en géologie en domaines de socle et de bassin sédimentaire.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés et illustrations de cas.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### L'amiante : qu'est-ce que c'est ?

- Définition, propriétés physico-chimiques.
- Les effets de l'amiante sur la santé.
- La législation française, évolutions réglementaires.
- Amiante industriel/amiante environnemental.

### Où trouve-t-on de l'amiante ?

- Les principales zones concernées (Monde, France métropolitaine, Outre-mer français).
- Principaux pays producteurs.
- Contextes géologiques favorables.
- Typologie des occurrences amiantifères.

### Que faire en présence d'amiante ?

- Principes généraux de la prévention.
- Les études préalables d'avant-projet et de projet.
- Organisation du chantier en terrain amiantifère.
- Dispositifs de protection collective et individuelle.
- Gestion des déblais et des déchets amiantifères.
- Contrôle et suivi du chantier.

### Échantillonnage et analyses

- Méthodes de prélèvement d'échantillons massifs et d'échantillons d'air, leurs conditionnements, transports et expéditions.
- Information sur les méthodes analytiques.

# Recyclage des déchets électroniques

1 jour

590 € HT

8 novembre 2017

Orléans

## OBJECTIFS

- Sensibiliser à la contribution du recyclage des déchets électroniques dans la mise en place d'une économie circulaire.
- Présenter quelques cas d'applications industrielles.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants auront des connaissances théoriques sur les procédés de recyclage des déchets électroniques.

## PUBLIC CONCERNÉ

Ingénieurs, cadres et techniciens, gestionnaires des déchets, collectivités.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés théoriques illustrés par des exemples pratiques.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Panorama des déchets électroniques en France et en Europe

(quantités, flux, acteurs, etc.).

### Contribution du recyclage des déchets électroniques à l'économie circulaire.

### Problématique de l'échantillonnage et de la caractérisation des déchets électroniques.

### Techniques de traitement pour la récupération des produits de valeur

(métaux, plastiques, etc.).

### Principes généraux.

### Applicabilité industrielle.

### Exemple de la filière de traitement et de valorisation d'un déchet spécifique.

# Les fondamentaux de la gestion de l'après-mine

1 jour 590 € HT

19 septembre 2017

Freyming-Merlebach

Cette formation est déclinable dans d'autres régions minières et à l'international

## OBJECTIFS

- Comprendre les enjeux de la démarche nationale concernant la gestion de l'après-mine.
- Découvrir les procédures et dossiers liés à l'arrêt de travaux miniers et à la renonciation d'un titre minier.
- Connaître la réglementation relative à la mise en place des plans de prévention des risques miniers (PPRM).
- Connaître l'organisation et les acteurs de l'après-mine.
- Connaître les différents risques liés aux anciennes mines, appréhender leur identification et leur évaluation.
- Appréhender les modalités de gestion opérationnelle de l'après-mine.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants seront en mesure de comprendre le dispositif après-mines, les enjeux et les modalités de gestion.

## PUBLIC CONCERNÉ

Cadres ou techniciens en charge des questions de l'après-mine dans les entreprises, les bureaux d'études, les collectivités locales et les services techniques de l'État.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés théoriques et techniques illustrés d'exemples pratiques.

## PARCOURS

- Ce stage constitue un parcours de compétence « introduction aux géosciences et leurs applications » avec les formations GEO01, EAU01, GTH01 et RNO1.
- Ce stage constitue un parcours de compétence « après-mine » avec les formations MCA10 et MCA11.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Le contexte en France

#### Les différentes méthodes d'exploitation minière

#### Les aléas

- Les mouvements de terrain.
- Les émissions de gaz de mine en surface.
- Les problématiques de l'eau en rapport avec les travaux miniers.
- Les phénomènes d'échauffement et de combustion.
- Les pollutions des eaux et des sols.
- Les rayonnements ionisants.

#### Réglementation, gestion, outils et méthodes

- Code minier.
- Dossiers d'arrêts.
- Directives européennes.
- L'organisation de l'après-mine, les différents acteurs.
- La démarche de maîtrise des risques.
- Les PPRM.

#### Gestion opérationnelle de l'après-mine : Le département prévention et sécurité minière

- Organisation, missions.
- Les surveillances.
- Les travaux.
- La gestion des amas de résidus.

#### Les évolutions et le futur de la gestion opérationnelle

# Gestion de l'après-mine :

principales applications



**3 jours 2360 € HT**

**20-22 septembre 2017**

**Freyming-Merlebach**

Cette formation est déclinable dans d'autres régions minières et à l'international

## OBJECTIFS

Connaitre les risques spécifiques liés aux anciennes exploitations souterraines, en particulier les risques géotechniques et le gaz, leurs conséquences et enfin les moyens de les gérer et/ou de s'en prémunir en toute sécurité.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants seront en mesure de :

- connaître les informations principales dans le domaine de la géotechnique minière et les appliquer lors des visites de surveillance ou de travaux de mise en sécurité en milieu souterrain ;
- garantir la sécurité du personnel lors de ces visites ou travaux ;
- comprendre l'origine des gaz de mine ;
- appréhender les risques liés à la remontée à la surface de ces gaz.

## PUBLIC CONCERNÉ

Cadres ou techniciens en charge des questions de l'après-mine dans les entreprises, les bureaux d'études, les collectivités locales et les services techniques de l'État.

## PRÉREQUIS

Il est conseillé d'avoir suivi la formation MCA09. À défaut, des notions en géosciences sont recommandées.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés théoriques et techniques illustrés d'exemples pratiques, visites sur sites et mises en situation.

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « après-mine » avec les formations MCA09 et MCA11.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Module 1 : les risques géotechniques liés aux anciennes cavités minières

- Quelques rappels de géotechnique et mécanique des roches.
- Les différents types d'instabilités de terrains et leurs conséquences.
- Du diagnostic géotechnique à l'évaluation de l'aléa.
- La gestion du risque géotechnique lié aux anciennes mines.

### Module 2 : modalités de sécurité lors de visites ou de travaux dans d'anciennes exploitations souterraines

- Risques associés aux anciens travaux souterrains (rappel).
- Réglementations en vigueur.
- Bonnes pratiques de sécurité lors de visites ou de travaux.
- Les interlocuteurs institutionnels.
- Les services de sécurité et de secours.
- Exemples de règles de sécurité adoptées pour des circuits de visites de surveillance ou lors de travaux de mise en sécurité d'anciens travaux souterrains (avec visite sur le terrain).

### Module 3 : visite d'une ancienne mine – Mise en application des modules 1 et 2

- Mise en application des modalités de sécurité lors de visites de mines.
- Réalisation d'un diagnostic géotechnique.

### Module 4 : les gaz de mine et l'arrêt des exploitations

- Origine du gaz de mine et mécanismes de transfert.
- Les risques associés au gaz de mine.
- Le triangle d'explosivité.
- La réglementation ATEX.
- Typologie des ouvrages gaz surveillés.
- Incidents liés au gaz de mine.

### Module 5 : visite d'installation gaz et visite du musée de la mine Wendel

- Ce module comprend, outre la visite sur site d'installations de surveillance du gaz de mine, la visite du Musée de la Mine de Wendel qui permettra à chaque stagiaire d'avoir une vue d'ensemble des thématiques traitées lors de la formation.

Les différents modules de cette formation peuvent être suivis indépendamment, en fonction des besoins du stagiaire.

Contact : [brgm.formation@brgm.fr](mailto:brgm.formation@brgm.fr)

# Gitologie environnementale



5 jours 3350 € HT

29 mai-2 juin 2017  
26-30 juin 2017

Entraigues-sur-Truyère

Cette formation est déclinable dans d'autres régions minières et à l'international

## OBJECTIFS

- Définir la notion de gitologie environnementale.
- Anticiper et identifier les principaux problèmes environnementaux des mines à partir de la connaissance géologique et industrielle de leur modèle type de gisements.
- Établir les liens de cause à effets entre les caractéristiques géologiques intrinsèques d'un gisement et son contexte climato-environnemental (hydrologique et hydrogéologique en particulier), son histoire minière (procédés utilisés) et son comportement environnemental sur le très long terme.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants sauront mieux comprendre et anticiper les problèmes environnementaux potentiels au niveau des projets miniers, des mines en opération et des mines abandonnées.

## PUBLIC CONCERNÉ

Cadres techniques en charge des questions de l'après-mine dans les entreprises, les bureaux d'études, les collectivités locales et les services techniques de l'État.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Partie théorique : sur la base d'exposés interactifs.
- Partie terrain : travail d'observation et de mesures.

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « après-mine » avec les formations MCA09 et MCA10.

## OBSERVATIONS

- Stage résidentiel : le prix inclut l'hébergement et les diners du 29 mai au 1<sup>er</sup> juin 2017, ou du 26 juin au 29 juin 2017 pour la seconde session.
- Prévoir une tenue de terrain, des vêtements en cas de pluie et des chaussures de randonnée.
- Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Partie théorique

- Notions de gitologie et typologie des gisements ainsi que la terminologie employée.
- Présentation des phénomènes impliqués dans les réacteurs hydrogéochimiques à l'œuvre dans les mines et anciens sites miniers.
- Les notions de modèle géo-environnemental expliquant les liens entre la géologie et l'environnement minier en général.
- Présentation détaillée des caractéristiques géo-environnementales de 9 grandes familles de gisements parmi les plus rencontrées en France et dans le monde, illustrées par des retours d'expérience vécus.

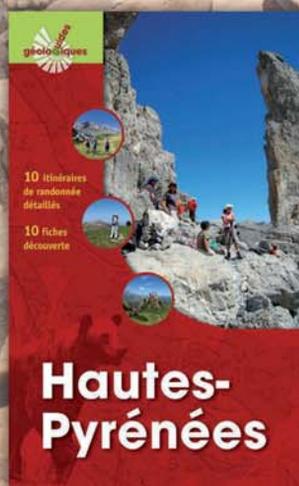
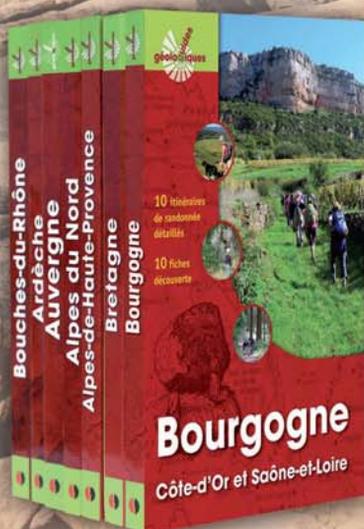
### Partie terrain

Celle-ci se déroulera sur la mine abandonnée de tungstène d'Engualès (Aveyron) où seront passés en revue tous les aspects du modèle géo-environnemental correspondant aux filons à quartz et wolframite et sulfures associés :

- géologie ;
- modes de traitement des minerais et types de résidus associés ;
- drainage minier acide ;
- impacts et enjeux environnementaux ;
- problèmes d'après-mine ;
- proposition de plan de gestion environnemental.



Découvrez toutes  
nos nouvelles **publications**  
(cartes, ouvrages)



Collection  
**Guides géologiques**  
Format 12 x 21 cm  
256 pages  
**Prix public: 24,90 €**

**Déjà parus**  
Alpes du Nord  
Alpes de Haute-Provence  
Ardèche  
Auvergne  
Bouches-du-Rhône  
Bourgogne  
Bretagne  
Hautes-Pyrénées  
Jura 2<sup>e</sup> édition  
Lozère  
Mercantour  
Pyrénées-Atlantiques  
Vallée de ChamoniX  
Vercors

Pour commander : BRGM Éditions  
3, av. Claude-Guillemain – BP 36009 – 45060 Orléans Cedex 2  
Tél. : (33)2 38 64 30 28 – Email : editions@brgm.fr

<http://editions.brgm.fr>



**brgm**éditions

# SITES ET SOLS POLLUÉS, DÉCHETS, ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE



Considérer l'environnement au regard du sol, du sous-sol et de l'eau souterraine soulève de nombreuses problématiques relatives à leur usage ou exploitation. La gestion des sites et sols pollués s'effectue dans une démarche de préservation de la ressource en eau souterraine, de protection de la santé humaine et de réhabilitation des friches urbaines, encadrée par une réglementation et des pratiques méthodologiques en constante évolution. De la même manière, les objectifs de réduction des déchets ont ouvert des perspectives dans de multiples filières de traitement et de valorisation des déchets.

Depuis une vingtaine d'années, le BRGM est l'un des acteurs de référence dans le domaine des sites et sols pollués auprès du ministère en charge de l'environnement et des opérateurs privés. Son expertise est reconnue dans les différentes étapes de la démarche sites et sols pollués. L'implication du BRGM dans la gestion des déchets est davantage focalisée

sur les filières de leur devenir. Son savoir-faire repose sur la connaissance des comportements du sous-sol et sur son expérience dans le traitement des minerais.

**La gestion des sites et sols pollués** – du diagnostic à la réutilisation du site et au devenir des terres polluées – nécessite de maîtriser les étapes clefs du processus, en optimisant les besoins techniques et les dépenses associées dans un cadre méthodologique et normatif. BRGM Formation propose des formations destinées à s'approprier les récentes démarches nationales et d'identifier les besoins en termes d'études et de travaux.

Les personnes en charge de la **gestion des déchets** dans les services de l'État et les entreprises spécialisées ont besoin d'acquérir des pratiques communes pour une approche opérationnelle cohérente. De par sa compétence sol-sous-sol, le BRGM s'intéresse aux problématiques de stockage de déchets et à leur valorisation en matériaux dits secondaires. BRGM



Formation propose des formations sur ces sujets. Pour une approche exhaustive de la problématique déchets, il appartiendra au stagiaire de compléter cette approche auprès d'autres organismes de formation (voir nos partenaires: ADEME Formation, OIEAU-CNFME...).

**L'évaluation environnementale** est l'outil transversal dédié pour rendre compte des effets potentiels ou avérés de toute initiative sur l'environnement (sites et sols pollués, déchets, mais aussi ressource en eau, gestion des risques). Les **composantes économiques et sociales** sont essentielles dans les choix de gestion.

Le BRGM intervient notamment sur les aspects aménagements, impacts industriels et pollutions, tout en apportant une approche intégrée et durable et une meilleure transdisciplinarité. BRGM Formation propose ainsi des formations permettant d'appréhender les outils de l'aide à la décision et les outils méthodologiques de l'évaluation environnementale.

## Sites et sols pollués

- 68** Avancées réglementaires en appui à la gestion des sites et sols pollués : textes 2016, loi ALUR, NF X31-620
- 69** Mise en œuvre des outils de gestion des sites et sols pollués : réglementation et méthodologie
- 70** Échantillonnage des matrices eaux et solides sur sites et sols pollués
- 71** Échantillonnage des gaz du sol sur sites et sols pollués
- 72** Investigations et surveillance des sites et sols pollués : conception d'un programme d'investigation et de surveillance (CPIS) et première interprétation des résultats
- 73** Évaluation des risques sanitaires dans la gestion des sites et sols pollués
- 74** Surveillance des eaux souterraines au droit d'un site potentiellement pollué : établir un dispositif de surveillance
- 75** Techniques de dépollution : sélection d'une technique et dimensionnement du chantier
- 76** Essais de faisabilité des opérations de dépollution et traitabilité des sols pollués
- 77** Chantier de dépollution de sites et sols pollués
- 78** Mesures constructives applicables aux sites et sols pollués
- 79** Gestion hors site des terres excavées issues de sites et sols pollués
- 80** Gestion des sédiments et boues de dragage

## Stockage des déchets

- 81** Confinement en centre de stockage de déchets

## Évaluation environnementale

- 82** Outils d'aide à la décision en évaluation environnementale
- 83** Études d'impact sur l'environnement : grands aménagements, installations classées

# Avancées réglementaires en appui à la gestion des sites et sols pollués :

textes 2016, loi ALUR, norme NF X31-620

NOUVEAU

2 jours

1180 € HT

14-15 septembre 2017

Orléans, Paris

## OBJECTIFS

Aider les maîtres d'ouvrage, les donneurs d'ordre publics ou privés à intégrer les avancées réglementaires issues de la révision 2016 de la méthodologie ENV et la sortie des décrets d'application aux dispositions sur les sites et sols pollués de la loi ALUR (accès au logement et urbanisme rénové).

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants connaîtront :

- les évolutions de la méthodologie de gestion des sols pollués ;
- les nouvelles bases du cadre juridique pour la réhabilitation des sites et sol pollués (volet sites et sols pollués de la loi ALUR) ;
- les perspectives d'anticipation de gestion des sols pollués par la mise en place des secteurs d'informations sur les sols ;
- le processus de certification des prestations de service relatives aux sites et sols pollués (NFX31-620) ;
- les rôles et les responsabilités des prestataires et acteurs impliqués en sites et sols pollués.

## PUBLIC CONCERNÉ

Cadres, décideurs, maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, services de l'État, collectivités, aménageurs, exploitants industriels, bureaux d'études, établissements publics.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Exposés illustrés sur les étapes clés de la gestion de sites potentiellement pollués
- Présentation et échanges autour d'exemples et contre-exemples sur les contextes de gestion.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PARTENAIRES

Le stage est en partie animé par des experts externes et des agents du ministère en charge de l'environnement.



## PROGRAMME

**Contexte et articulation avec le code de l'Environnement.**

**Méthodologie nationale de gestion des sols pollués de 2007 révisée en 2016 : continuité et nouveautés.**

**Élaboration du rapport de base requis par la directive relative aux émissions industrielles, dite IED.**

**Loi ALUR, les dispositions relatives aux sites et sols pollués :**

- Les secteurs d'informations sur les sols (SIS) et obligations réglementaires associées ;
- Modalités de réaménagement par un tiers demandeur : transfert de la réhabilitation d'un site industriel à un aménageur et constitution des garanties financières ;
- Responsabilité subsidiaire du propriétaire négligent : notion et conséquences.

**Apports de la norme NF X31-620 et de la certification des prestataires dans le domaine des sites et sols pollués.**

# Mise en œuvre des outils de gestion des sites et sols pollués :

réglementation et méthodologie

**3 jours**

**1770 € HT  
2124 € net**

**17-19 mai 2017** (BRGM Formation)  
**12-14 septembre 2017** (CFDE)

**Paris**

## OBJECTIFS

- Présenter la politique nationale de gestion des sites et sols pollués et la réglementation française liée aux installations classées.
- Comprendre à travers des exemples les deux démarches de gestion (plan de gestion et IEM).

## COMPÉTENCES VISÉES

- À la fin de la formation, les participants sauront :
- appréhender l'articulation et la cohérence entre la gestion des sols pollués et la prévention des risques sanitaires chroniques ;
  - mettre en œuvre les outils méthodologiques relatifs à la gestion des sites et sols pollués.

## PUBLIC CONCERNÉ

Cadres techniques et juridiques en charge des dossiers de sites pollués en bureaux d'études, dans les entreprises et dans les collectivités.

## PRÉREQUIS

- Connaissances des notions fondamentales sur les sites et sols pollués.
- Il est conseillé d'avoir suivi le stage ENVo1 préalablement.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Exposés théoriques illustrés.
- Développement de cas d'étude illustrant différents enjeux, contextes hydrogéologiques et polluants.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PARTENAIRES

Cette formation a été conçue avec le ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer (MEEM) et le CFDE qui participent à l'animation du stage.



## PROGRAMME

### La prévention des risques chroniques

- La politique nationale de gestion des sites et sols pollués.
- Son articulation avec la démarche de prévention des risques chroniques.
- L'évolution de la réglementation sur les installations classées.

### L'organisation de la cessation d'activité d'un site

- Les dispositions du décret du 13 septembre 2005 pris pour l'application de la loi du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages : les obligations réglementaires de l'exploitant, la procédure de cessation d'activité, la gestion de la défaillance de l'exploitant.

### Les responsabilités en matière de gestion des SSP

- La prévention des sites pollués dans la réglementation.
- Les garanties financières.
- La hiérarchie des responsabilités.
- Focus sur la jurisprudence.

### Mise en œuvre des outils de gestion des sites et sols pollués

- Identifier les enjeux par la construction du schéma conceptuel (diagnostics, visites, études préliminaires), évaluer et gérer (IEM/ EQRS et plan de gestion/bilan coûts-avantages), valider (ARR, bilan quadriennal).
- Rappels préliminaires : introduction au comportement des polluants, notions de sources de pollution, d'impacts, de milieux d'exposition, de récepteurs et de risques.
- Mise en œuvre des outils de gestion sur site et hors site, du schéma conceptuel à l'élaboration d'un chantier de réhabilitation : illustration des outils sur des cas concrets de gestion des sites et sols pollués.

### Conclusion

- Place de la démarche d'évaluation des risques sanitaires chroniques dans la prévention des risques chroniques.
- Les enjeux de la politique de prévention des risques chroniques.

# Échantillonnage des matrices eaux et solides sur sites et sols pollués

3 jours

1770 € HT

5-7 juin 2017

Cette formation est déclinable à l'international

Orléans

## OBJECTIFS

Connaître et maîtriser le prélèvement et le conditionnement d'échantillons de sols, de sédiments et d'eaux (souterraines et superficielles) pour assurer la représentativité des conditions sur site et des résultats analytiques.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants :

- auront acquis les bonnes pratiques de prélèvement/conditionnement qui garantissent une représentativité des échantillons d'eaux, de sols et de sédiments ;
- connaîtront les matériels de prélèvement ;
- maîtriseront les principes de base de l'assurance qualité en matière d'échantillonnage.

## PUBLIC CONCERNÉ

- Techniciens et ingénieurs de bureaux d'études et d'entreprises de dépollution.
- Ce stage s'adresse aux débutants et aux personnes souhaitant prendre du recul sur leurs pratiques et intégrer les nouveautés.

## PRÉREQUIS

- Être sensibilisé à la norme NF X 31-620 et au référentiel de certification SSP.
- Avoir une première expérience de terrain en contexte de sites/sols pollués
- Notions de géologie et d'hydrogéologie.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Exposés techniques sur l'échantillonnage des eaux, sols et sédiments.
- Mise en pratique sur la plateforme d'échantillonnage du BRGM.
- Présentation de matériels.

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « de l'échantillon au diagnostic et à la surveillance » avec les formations ENVo4 et ENVo5.

## OBSERVATIONS

- Déjeuners inclus.
- Chaque stagiaire doit apporter ses équipements de protection individuelle (EPI), obligatoires pour la partie pratique de cette formation.

## PROGRAMME

### Rappels sur le comportement des polluants

#### Pour chaque milieu les aspects suivants seront abordés :

- échantillonnage et normalisation ;
- la notion de représentativité de l'échantillon ;
- quels paramètres pour quels objectifs ?
- les méthodes d'échantillonnage existantes : les étapes de l'échantillonnage, les modes opératoires possibles ;
- paramètres mesurés sur site : équipements de screening sur site ;
- conditionnement des échantillons ;
- assurance qualité/sécurité des personnels.

### Mise en pratique sur site sur les milieux sols et eaux souterraines

#### Présentation des matériels pour le prélèvement d'eaux superficielles et de sédiments

# Échantillonnage des gaz du sol sur sites et sols pollués

1 jour

590 € HT

14 septembre 2017

Cette formation est déclinable à l'international

Orléans

## OBJECTIFS

Savoir prélever et conditionner des échantillons de gaz du sol en garantissant la représentativité (conditions *in situ*, résultats d'analyse en laboratoire).

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants auront acquis les réflexes de prélèvement/conditionnement qui garantissent une représentativité des échantillons de gaz du sol, connaîtront les matériels de prélèvement, maîtriseront les principes de base de l'assurance qualité en matière d'échantillonnage.

## PUBLIC CONCERNÉ

Techniciens et ingénieurs de bureaux d'études et d'entreprises de dépollution.

## PRÉREQUIS

Connaître la norme X31-620.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Exposés techniques sur l'échantillonnage des gaz du sol.
- Présentation de matériel.
- Mise en pratique sur la plateforme d'échantillonnage du BRGM.

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « de l'échantillon au diagnostic et à la surveillance » avec les formations ENVo3 et ENVo5.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Généralités

- Rappels sur le comportement des polluants en phase gazeuse.
- Échantillonnage des gaz du sol : pour quels objectifs ?
- Sécurité des personnes.
- Assurance qualité/état de la normalisation dans ce domaine.

### Grands principes techniques

- La notion de représentativité de l'échantillon : les paramètres clefs influençant le prélèvement.
- Quelles méthodes d'échantillonnage et de prélèvements ?
- Typologie des prélèvements (piézair, canne, subslab, vide sanitaire...).

- Les étapes de l'échantillonnage des gaz du sol :
  - préparation du prélèvement ;
  - mise en œuvre du prélèvement (purge, chaîne de montage, contrôles des débits, supports, filtres...);
  - flaconnage et conditionnement.

### Mise en pratique sur site

# Investigations et surveillance des sites et sols pollués :

conception d'un programme d'investigations et de surveillance (CPIS) et première interprétation des résultats

3 jours

1770 € HT

15-17 novembre 2017

Paris

Cette formation est déclinable en région et à l'international

## OBJECTIFS

Accompagner l'application de la norme XF 31-620 et de la méthodologie nationale des sites et sols pollués pour :

- comprendre le rôle et l'importance des diagnostics dans la mise en œuvre des méthodes de gestion des sites et sols pollués : la place du schéma conceptuel dans la mise en œuvre des offres globales de prestation (IEM, plan de gestion, EVAL, LEVE) ;
- connaître les outils de diagnostics et leur domaine d'application : étude documentaire et investigations de terrain des différents milieux.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants sauront mettre en pratique et évaluer la pertinence des diagnostics sur des cas concrets. Les aspects pratiques liés aux techniques d'échantillonnage font l'objet d'autres stages (ENVo3 et ENVo4), de même que les mesures de gestion à mettre en œuvre post-diagnostic (ENVo2).

## PUBLIC CONCERNÉ

Ingénieurs débutants ou en reconversion et techniciens expérimentés en charge des dossiers de sites pollués : en bureaux d'études, dans les entreprises, au sein des collectivités, chez les aménageurs et promoteurs immobiliers.

## PRÉREQUIS

Ingénieurs débutants ou en reconversion et techniciens expérimentés en charge des dossiers de sites pollués : en bureaux d'études, dans les entreprises, au sein des collectivités, chez les aménageurs et promoteurs immobiliers.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Exposés théoriques mis à jour suivant l'évolution des textes réglementaires et méthodologiques, illustrés d'exemples pratiques.
- Réalisation d'un cas d'étude.

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « de l'échantillon au diagnostic et à la surveillance » avec les formations ENVo3 et ENVo4.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

Rappel : rôle et contexte d'application des diagnostics (PG/IEM/EVAL/LEVE).

Élaboration du schéma conceptuel (A100, A110, A120).

Rappel sur le comportement des polluants.

Dimensionnement d'un programme d'investigations : objectifs, stratégies, limites de l'échantillonnage et choix des techniques d'investigations par milieux (A200 à A260).

Dimensionnement d'un programme de surveillance : choix du nombre et de la localisation.

Analyse des résultats attendus en termes d'interprétation et de représentation cartographique des résultats.

Exercices sur un cas pratique.

# Évaluation des risques sanitaires dans la gestion des sites et sols pollués

3,5 jours

2 065 € HT

4-7 avril 2017 (BRGM Formation)  
2-5 octobre 2017 (Ineris Formation)

Paris

## OBJECTIFS

- Comprendre l'intérêt, la place et le rôle de l'évaluation des risques sanitaires dans les démarches de gestion des sites et sols pollués.
- Comprendre les fondements, les principes et les limites de l'évaluation quantitative des risques sanitaires chroniques, en interpréter et en gérer les résultats.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants auront appliqué les outils ERS sur un cas d'étude concret illustrant les deux démarches de gestion des sites et sols pollués : l'interprétation de l'état des milieux (IEM) et le plan de gestion d'échantillonnage.

## PUBLIC CONCERNÉ

Médecins inspecteurs de santé publique, ingénieurs d'étude sanitaire, ingénieurs du génie sanitaire, inspecteurs des installations classées, ingénieurs et techniciens des bureaux d'études ou de contrôle, industriels, collectivités, etc.

Toute personne chargée de coordonner, réaliser ou analyser une évaluation des risques sanitaires en contexte de gestion de sites et sols pollués.

## PRÉREQUIS

Connaissance des grandes lignes de l'approche nationale de gestion des sites et sols pollués.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Exposés techniques illustrés d'exemples, études de cas.
- Une journée est dédiée aux aspects scientifiques et techniques de l'évaluation des risques sanitaires.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PARTENAIRES

- Cette formation a été conçue par BRGM Formation. Elle est animée avec l'ANSES, l'Ineris et le service des études médicales d'EDF.



- Une session est organisée par BRGM Formation, la seconde par Ineris Formation.



## PROGRAMME

### Place de l'ERS dans la politique nationale relative aux sites et sols pollués

- Présentation générale de l'Évaluation des risques sanitaires (ERS) : place et limites de l'ERS dans l'approche nationale sur les sites pollués.
- Déclinaison de l'ERS en actions et études dans un contexte de sites et sols pollués : Interprétation de l'état des milieux (IEM), Plan de gestion et Analyse des risques résiduels (ARR).
- Évaluation des enjeux : la nécessité d'un bon équilibre entre modèles et mesures.
- Choix des hypothèses de calculs, et analyse de sensibilité des paramètres.
- Étude de cas d'application.

### L'évaluation des risques sanitaires : exposé et exercices

- Concepts, intérêts et limites de l'évaluation des risques sanitaires en santé environnementale.
- Méthodes d'identification des dangers et de choix de valeurs toxicologiques de référence (notions de toxicologie et d'épidémiologie).
- Techniques de quantification des expositions et des risques sanitaires.

### Application des outils d'évaluation des risques sanitaires sur un cas pratique de site pollué

- Sélection des hypothèses liées à l'évaluation qualitative des risques sanitaires : développement du schéma conceptuel.
- Illustration de l'ERS pour une situation à usages fixés : exemple d'application de la grille de calcul IEM.
- Illustration de l'ERS pour une situation à usages pouvant être choisis : cas du plan de gestion.

### L'évaluation des risques sanitaires dans la pratique de la gestion des sites et sols pollués

- Restitution de cas réels avec les options choisies et les difficultés rencontrées.
- Travail d'analyse critique.

# Surveillance des eaux souterraines au droit d'un site potentiellement pollué :

établir un dispositif de surveillance

2 jours

1180 € HT

30-31 mars 2017

Cette formation est déclinable à l'international.

Orléans

## OBJECTIFS

- Acquérir un regard critique et objectif sur les méthodes à envisager pour mettre en place et utiliser un réseau de forages de contrôle de la qualité de l'eau souterraine au droit ou à proximité d'un site potentiellement pollué.
- Connaître les règles de l'art et les normes AFNOR.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants connaîtront les points et les questions clés à se poser lorsqu'il s'agit de mettre en place et utiliser un réseau de forage sur un site pour suivre la qualité des eaux souterraines dans le contexte spécifique des sites et sols potentiellement pollués.

## PUBLIC CONCERNÉ

Inspecteurs des installations classées, ingénieurs et techniciens des bureaux d'études, responsables environnement des services techniques des collectivités et des entreprises industrielles.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Exposés des principes et des méthodes.
- Illustrations et exercices sur des cas concrets.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

Rappels sommaires de notions de géologie, d'hydrogéologie et de comportement des polluants dans les sols et les nappes.

Réflexions sur les voies potentielles de migration d'un lixiviat ou de polluants en fonction de différents contextes hydrogéologiques.

Conception et mise en place d'un réseau de forages permettant de mesurer la qualité de l'eau souterraine.

Réalisation d'un forage de contrôle de la qualité de l'eau souterraine.

Étapes et paramètres à prendre en compte pour définir une stratégie d'échantillonnage des eaux souterraines.

Précaution à prendre en compte lors des prélèvements et échantillonnage des eaux dans un forage.

Précautions à prendre pour l'interprétation des résultats d'analyses.

Suivi, évolution et arrêt d'un programme de surveillance de la qualité des eaux souterraines.

Bilan et modèle de fonctionnement.

# Techniques de dépollution :

sélection d'une technique et dimensionnement du chantier

**2 jours**

**1180 € HT  
1416 € net**

**11-12 avril 2017** (BRGM Formation)

**4-5 octobre 2017** (CFDE)

Cette formation est déclinable à l'international

**Orléans  
Paris**

## OBJECTIFS

Mettre en œuvre les techniques de dépollution adaptées à la nature des polluants présents, aux caractéristiques du sous-sol et aux exigences réglementaires.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants :

- sauront sélectionner une technique de dépollution adaptée à la situation réelle;
- connaîtront les éléments de dimensionnement;
- pourront évaluer la faisabilité technico-économique;
- disposeront des éléments permettant une consultation des entreprises de travaux.

## PUBLIC CONCERNÉ

Ingénieurs et techniciens en charge des dossiers de sites pollués en bureaux d'études, dans les entreprises, au sein des collectivités, chez les aménageurs et promoteurs immobiliers et dans les organismes et administrations de contrôle.

## PRÉREQUIS

- Connaître et appliquer régulièrement la méthodologie nationale des sites et sols pollués ou avoir suivi la formation ENVo2 - « Mise en œuvre des outils de gestion des sites et sols pollués ».
- Être sensibilisé à la norme NF X 31-620 et au référentiel de certification du LNE.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Exposés techniques sur les méthodes de dépollution.
- Exemples pratiques et retour d'expérience de mise en application de différentes techniques de dépollution.

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « dépollution » avec ENVog et ENV10.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

**Dépollution des sites et sols pollués : rappel du contexte réglementaire et méthodologique en France.**

**Rappel des principaux facteurs influençant le comportement des polluants dans le sous-sol : facteurs liés aux polluants, facteurs liés à l'environnement.**

**Liens entre facteurs d'influence et choix des techniques de dépollution (SELECDEPOL).**

**Caractéristiques des principales techniques de dépollution des sols (physiques/chimiques/biologiques, in situ/sur site/hors site) : venting, sparging, traitements**

**biologiques, méthodes rédox, excavation et traitement/élimination, phytoremédiation...**

**Les éléments du dimensionnement.**

**Éléments de coûts. Évaluation de la faisabilité économique. Bilan coûts-avantages.**

**Comment consulter les entreprises de travaux. Élaboration d'un cahier des charges.**

# Essais de faisabilité des opérations de dépollution et traitabilité des sols pollués

1 jour

590 € HT

21 juin 2017

Cette formation est déclinable à l'international

Orléans

## OBJECTIFS

Dans le cadre d'un projet de dépollution, mettre en œuvre les essais de faisabilité/traisabilité pilotes adaptés à la nature des polluants présents, aux caractéristiques du sous-sol et aux exigences réglementaires.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants :

- connaîtront les différents types d'essais et leurs principes ;
- connaîtront les principaux éléments de dimensionnement des essais ;
- sauront évaluer la faisabilité technico-économique de ces essais.

## PUBLIC CONCERNÉ

Ingénieurs et techniciens en charge des dossiers de sites pollués : en bureaux d'études, dans les entreprises.

## PRÉREQUIS

- Connaître et appliquer régulièrement la méthodologie nationale des sites et sols pollués. Être sensibilisé à la norme NF X 31-620 et au référentiel de certification du LNE.
- Il est fortement conseillé d'avoir suivi la formation ENVo8 - Techniques de dépollution : sélection et dimensionnement.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Exposés techniques sur les essais de faisabilité/traisabilité.
- Exemples pratiques de mise en application de différents types d'essais sur le terrain (exemples de terrain ou étude de cas qui sert de fil conducteur).

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « dépollution » avec ENVo8 et ENV10.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Dépollution des sites et sols pollués :

- la place de chacun des essais dans le processus de gestion : intérêt/enjeux/objectifs... ;
- distinction paillasse/terrain ;
- place dans la méthodologie de gestion des sites et sols pollués.

### Rappel des principaux facteurs influençant le choix des techniques de dépollution.

Caractéristiques des principaux essais de faisabilité/traisabilité sur les différents milieux (pompages d'essai, traçage, test d'épuisement, test d'extraction, tests de biodégradation, test de séparation, test d'infiltration...).

### Les principaux éléments du dimensionnement.

### Les limites/contraintes associées à ces essais (exemple : saut d'échelle).

### Les risques liés à la mise en œuvre de certains essais.

### Les éléments de coûts de mise en œuvre.

### Comment interpréter ces essais.

Comment intégrer ces essais à une consultation des entreprises (élaboration d'un cahier des charges spécifique).

Retour d'expérience, cas pratiques.

# Chantier de dépollution de sites et sols pollués

2 jours

1180 € HT

31 mai-1<sup>er</sup> juin 2017

Orléans

Cette formation est déclinable à l'international

## OBJECTIFS

Donner les grands principes associés à la conduite d'un chantier de dépollution en respectant les exigences techniques tout en maîtrisant les risques environnementaux et sanitaires ainsi que la réglementation en vigueur.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants connaîtront les grands principes associés à :

- la conduite d'un chantier de dépollution en respectant un cahier des charges ;
- la maîtrise des risques sanitaires pour le personnel de chantier et gérer les risques environnementaux ;
- aux éléments de communication avec les parties prenantes.

## PUBLIC CONCERNÉ

Ingénieurs et techniciens en charge des dossiers de sites pollués :

- en bureaux d'études ;
- en entreprises de dépollution ;
- dans des collectivités ;

- dans des organismes et administrations de contrôle ;
- chez des industriels, aménageurs et promoteurs immobiliers.

## PRÉREQUIS

- Connaître et appliquer régulièrement la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués ou avoir suivi la formation ENVo2 « Mise en œuvre des outils de gestion des sites et sols pollués ».
- Être sensibilisé à la norme NF X 31-620 et au référentiel de certification du LNE.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Exposés techniques sur la conduite et le suivi de chantier de dépollution.
- Exercices d'applications pratiques.

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « dépollution » avec ENVo8 et ENVo9.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Grands principes

- Conduite de chantier de dépollution : rôles des acteurs (maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, appui à maîtrise d'ouvrage, entreprises...).
- Chantier de dépollution, norme NF X 31-620 et référentiel de certification LNE sites et sols pollués.
- Maîtrise des risques d'exposition du personnel.
- Gestion des impacts et des nuisances (déchets, odeurs, poussières, bruit...) durant les opérations.
- Les enjeux de la communication avec les parties prenantes (élus, riverains, administration...).

### Principales étapes d'un chantier de dépollution

- Visite préalable du site du chantier, état des lieux.
- Phases préparatoires de chantier (en termes de sécurité et d'organisation).

- Suivi du chantier de dépollution (technique, administratif et financier et gestion des aléas).
- Contrôle de fin de travaux de dépollution : atteinte des objectifs.
- Réception de chantier de dépollution. Analyse des risques résiduels (ARR) de fin de travaux et dossier de récolement.
- Gestion du site après la dépollution : surveillance, servitudes, restrictions d'usage...

### Retour d'expériences, cas pratiques

# Mesures constructives applicables aux sites et sols pollués

1 jour

590 €  
708 €26 avril 2017 (BRGM Formation)  
8 novembre 2017 (CFDE)

Paris

## OBJECTIFS

Lors de la réhabilitation d'un site pollué ou en cas de pollution incompatible avec des usages existants, la mise en place de mesures constructives peut être nécessaire pour gérer des concentrations résiduelles ou mettre en sécurité des bâtiments et protéger des usagers. La formation proposée permettra de connaître les différentes mesures constructives pouvant être mises en œuvre pour maîtriser les risques (notamment sanitaires et environnementaux) associés à des pollutions existantes ou résiduelles.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants sauront :

- sélectionner les mesures constructives en fonction des contextes ;
- appliquer un plan de surveillance de ces mesures constructives.

## PUBLIC CONCERNÉ

Maîtres d'ouvrages, maîtres d'œuvre, services de l'État, collectivités, industriels, établissements publics, bureaux d'études.

## PRÉREQUIS

Expérience en gestion des sites et sol pollués ou suivi de la formation sur le plan de gestion et les outils de gestion des sites et sols pollués (ENVo2).

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Exposés sur les étapes clés de la mise en œuvre des mesures constructives.
- Présentation et échanges autour de cas concrets.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### État de l'art des mesures constructives dans le cadre de mesures de gestion

- Dans l'air intérieur (intrusion de vapeurs dans un bâtiment).
- Dans l'eau du robinet (perméation de composés volatils à travers des canalisations).
- Dans les sols (recouvrement de pollutions résiduelles).
- Dans le cas de corrosion de bâtiment (présentation générale de la problématique et des solutions existantes uniquement).

### Outil d'aide à la décision pour le choix des mesures constructives

- Intégration lors de la réalisation d'un diagnostic initial.
- Choisir et mettre en œuvre une ou plusieurs mesure(s) constructive(s) en fonction de la problématique rencontrée (polluant, milieu concerné, cible, type de bâtiment, usage...).
- Présentation de l'outil d'aide à la décision mis à disposition par le BRGM.
- Gestion d'un projet nécessitant des mesures constructives les écueils à éviter, les bonnes pratiques, la communication...

### Contrôle et surveillance des mesures constructives

- Définition d'une méthodologie de travail.
- Nombre et fréquence des contrôles.
- Contrôle de l'efficacité post-travaux et sur le long terme.
- Conservation de la mémoire.

### Études de cas

### Les apports de la norme NF X31-620 et de la certification des prestataires dans le domaine des sites et sols pollués

# Gestion hors site des terres excavées issues de sites et sols pollués

1 jour

590 € HT

20 septembre 2017

Paris

## OBJECTIFS

Accompagner la réutilisation des terres excavées dans le cadre de projets de réhabilitation de sites et sols pollués dans une optique de développement durable, de protection des populations et de l'environnement (Grenelle I et II).

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin du stage les participants :

- connaîtront les bonnes pratiques et la réglementation en matière de gestion hors site et de réutilisation des terres excavées lors de chantiers de réhabilitation de sites et sols pollués ;
- connaîtront les modalités de valorisation des terres excavées ;
- sauront utiliser les outils associés.

## PUBLIC CONCERNÉ

Bureaux d'études, maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, services de l'État.

## PRÉREQUIS

Être sensibilisé à la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Exposés techniques sur la méthodologie de réutilisation des terres excavées hors site.
- Présentation des outils associés (guide technique, TERRASS, HYDROTEX).
- Exercices d'applications pratiques.
- Une copie du « Guide de réutilisation hors site des terres excavées en technique routière et dans des projets d'aménagement », (BRGM RP60013-FR de février 2012) sera fournie aux stagiaires en appui du support de cours.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Cadre de la réutilisation des terres excavées

- La méthodologie de réutilisation des terres excavées hors site, ses conditions de mise en œuvre et son champ d'application.
- Les différents types de réutilisation possibles selon l'usage (technique routière et projets d'aménagement), leurs limites et leurs contraintes.
- Les rôles respectifs des différents acteurs (maître d'ouvrage, bureau d'études, entreprises, services de l'État...).

### Les modalités de valorisation des terres excavées

- Réalisation des travaux.
- Caractérisation des terres et du site receveur.
- Études environnementales et sanitaires.
- Traçabilité.

### Les outils mis à disposition des acteurs

- Guide de réutilisation hors site des terres excavées, HYDROTEX (étude de l'impact sur la ressource en eau), TERRASS (mise en œuvre de la traçabilité).
- Quelle traçabilité ? Comment est-elle assurée ?
- La mise en application des recommandations du guide.

# Gestion des sédiments et boues de dragage



2 jours

1180 € HT

17-18 octobre 2017

Orléans

## OBJECTIFS

Donner les éléments de connaissance nécessaires pour la gestion des sédiments de dragages.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants connaîtront les étapes indispensables que doit contenir un cahier des charges lors d'une intervention de gestion des sédiments en milieu marin, comme en milieu continental. Les aspects de diagnostic avant dragage, les étapes réglementaires ainsi que les voies possibles de valorisation des déblais de dragage seront exposés.

## PUBLIC CONCERNÉ

Services décentralisés de l'État (DREAL, DDTM, agence de l'eau...), collectivités gestionnaires de voies d'eau, autorités portuaires de petite et moyenne dimension, bureaux de conseil en environnement, industriels du traitement des déchets.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés théoriques et cas d'études.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

**Gestion des sédiments avant dragage :** règles de l'art en matière de diagnostics des sédiments, exposé de la réglementation en vigueur (seuil de gestion, caractérisation de la dangerosité...), suivi d'une opération de dragage.

**Gestion des déblais de dragage :** caractérisation de la dangerosité des boues de dragage, réglementation en vigueur, point sur les filières de valorisation, perspectives.

# Confinement en centre de stockage de déchets

2 jours

1180 € HT

15-16 juin 2017

Orléans

## OBJECTIFS

Donner les éléments pratiques et réglementaires pour l'implantation et l'aménagement d'une installation de stockage de déchets (ISD).

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants sauront identifier et maîtriser les points clés d'un projet de confinement des déchets en fonction d'objectifs de performance et de la protection du milieu environnant.

## PUBLIC CONCERNÉ

Inspecteurs des installations classées, gestionnaires de centres de stockage de déchets, bureaux d'études et de contrôles.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposé des principes et des outils, et illustrations par des cas réels.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

Cadre réglementaire.

Éléments clés d'un dossier de demande d'autorisation d'exploiter (DDAE).

Reconnaissance des sites.

Barrières passives (caractérisation, mise en contrôle).

Équivalence en étanchéité passive.

Principes de conception d'un projet de confinement : stabilité des digues et talus, collecte des lixiviats, biogaz, eaux météoriques (hors traitement).

Réhausse verticale de casiers.

Principes de conception et de dimensionnement des couvertures.

Concept du bioréacteur.

Procédures et contrôles (mise en œuvre des matériaux, perméabilité, soudures des géomembranes).

Réseau de surveillance (définition, mise en place, prélèvements, exploitation).

# Outils d'aide à la décision en évaluation environnementale



2 jours

1180 € HT

11-12 mai 2017

Orléans

## OBJECTIFS

- Découvrir l'intérêt et comprendre la pertinence des démarches d'évaluation environnementale.
- Acquérir les notions et les concepts de base de l'évaluation environnementale.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants :

- connaîtront les différents outils et méthodes existants et le contexte dans lequel ils peuvent être mis en œuvre ;
- sauront choisir des indicateurs environnementaux pertinents ;
- la formation aborde les outils et méthodes, mais n'a pas pour objectif la maîtrise de leur mise en œuvre.

## PUBLIC CONCERNÉ

Toute personne confrontée dans son activité à des besoins de méthodes en évaluation environnementale, souhaitant s'initier à des outils/méthodes spécifiques et comprendre le sens de ces évaluations.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés illustrés d'exemples concrets.

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « géosciences et société » avec les formations EAU13, MCA03, ENV16 et RNO6.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### L'évaluation environnementale

- La place de l'évaluation environnementale dans une démarche de développement durable.
- Notions et concepts clés.
- Les objectifs de la démarche d'évaluation environnementale.

### Les outils & indicateurs associés

### Présentation de quelques outils utilisables en évaluation environnementale

- Analyse de cycle de vie (ACV).
- Analyse coût bénéfice (ACB).
- Analyse multicritères (AMC).
- Bilan carbone®.
- Empreinte écologique. Pour quoi faire ?
- Domaines d'applications.
- Conditions de mises en œuvre, limites d'utilisation.
- Avantages/inconvénients.

### Illustration d'utilisation de ces outils et indicateurs dans le cadre d'exemples applicatifs

## INERIS formation, expert de la prévention des risques industriels

**INERIS**  
formatiOn

INERIS formation est la filiale formation de l'INERIS, Institut national de l'environnement industriel et des risques. INERIS formation accompagne depuis plus de 10 ans les industriels, les bureaux d'études et consultants spécialisés dans les problématiques environnementales et accidentelles, les agents de l'État (inspecteurs des installations classées) et les collectivités territoriales dans leurs projets de formation. La force d'INERIS formation, ce sont d'abord ses formateurs qui dans leurs missions quotidiennes, allient la connaissance du milieu industriel à celle des dernières évolutions techniques et réglementaires, acquises à travers les missions de recherche appliquée et d'appui aux pouvoirs

publics. Ingénieurs, chercheurs, médecins, biologistes, toxicologues, géotechniciens... ces différentes spécialités ont à cœur de transmettre leurs expériences et leur savoir-faire dans la prévention des risques technologiques industriels et environnementaux.

INERIS formation, c'est un catalogue de plus de 70 formations et une équipe dédiée pour répondre aux besoins de formation « sur mesure » dans les nombreux domaines d'expertise de l'INERIS.

Site : [www.ineris](http://www.ineris)

Contact : [inscription.formatiOn@ineris.fr](mailto:inscription.formatiOn@ineris.fr)

# Études d'impact sur l'environnement :

grands aménagements, installations classées

2 jours

1180 € HT

5-6 septembre 2017

Orléans

## OBJECTIFS

Comprendre le processus de l'étude d'impact et sa mise en œuvre dans la réalisation de dossiers réglementaires.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants sauront :

- appréhender les bases réglementaires de la méthodologie des études d'impact ;
- reconnaître les outils et les partenaires indispensables.
- préciser le cadre et le contenu nécessaires aux dossiers d'étude d'impact afin d'en assurer la réalisation et/ou le suivi.

## PUBLIC CONCERNÉ

Ingénieurs devant réaliser ou suivre ce type d'études : industriels, bureaux d'études, personnels des administrations et collectivités territoriales chargés de la gestion de sites industriels, et de projets d'aménagement du territoire.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés et mise en application sur des cas d'études.

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « géosciences et société » avec les formations EAU13, MCA03, ENV15 et RNo6.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

**Le cadre français et européen de l'évaluation environnementale.**

**La procédure et le processus de l'étude d'impact ainsi que les articulations possibles avec les autres études d'incidence, notamment Natura 2000 et autorisations demandées au titre de la loi sur l'eau.**

**Les plans types et le contenu des dossiers d'études d'impact.**

## Focus sur :

- La séquence « éviter, réduire et compenser » (la doctrine ERC et ses lignes directrices).
- La caractérisation de l'état initial : quels périmètres et quelles échelles ?
- L'évaluation des impacts : quels outils disponibles ?



## Centre de formation du développement durable et de l'environnement

Service de CCI France, le CFDE (Centre de formation du développement durable et de l'environnement), créé en 1969, est un organisme de formation reconnu, proposant une offre variée sur des thématiques réglementaires et techniques dans les grands domaines de l'environnement industriel et du développement durable. C'est un lieu privilégié d'échanges et de partage d'expériences pour tous les professionnels du secteur.

Le CFDE propose une gamme de formations pointues et concrètes sur les thématiques suivantes : droit de l'environnement, eau,

changement climatique, air, transition énergétique, déchets, sites et sols pollués, santé environnement, risque naturel et technologique, communication, économie circulaire, RSE et biodiversité.

**Pour retrouver toutes nos formations sur :**  
<http://www.cci.fr/web/cfde/nos-formations>

**Informations pratiques sur :**  
<http://www.cci.fr/web/cfde>



# RISQUES NATURELS, GÉOLOGIQUES ET HYDROMÉTÉOROLOGIQUES

La maîtrise et l'adaptation aux risques naturels sont et resteront une préoccupation majeure des citoyens et des pouvoirs publics, en particulier dans le contexte du changement climatique global. La société doit être accompagnée pour acquérir une culture des risques pour faciliter la mise en œuvre de leur gestion.

Des progrès importants ont été réalisés dans la mesure, la surveillance et la simulation des phénomènes géologiques à l'origine de dommages humainement et économiquement coûteux. Les stations de surveillance, les réseaux et les systèmes d'alerte, les modèles et les systèmes d'information sont des outils qui font l'objet de recherches et d'innovations constantes pour mieux anticiper et gérer les crises.

Les politiques de réduction des risques s'appuient sur ces systèmes de prévision mais c'est la vulnérabilité des

éléments exposés et la résilience de la société qui restent les facteurs déterminants de la gestion des risques.

Qu'ils soient institutionnels, privés ou relevant de la société civile, de multiples acteurs ont un rôle à jouer dans cette gestion du risque, que ce soit pour la sauvegarde des populations ou pour la préservation des bâtiments et des infrastructures économiques.

Le BRGM possède une expertise reconnue en France et à l'international en évaluation et gestion des risques naturels liés à des processus géologiques (séismes, volcans) et/ou hydrométéorologiques (mouvements de terrain, risques côtiers, cavités et inondations). Ces compétences lui permettent de se positionner en appui de l'administration mais aussi en acteur de la recherche sur les risques naturels.

Sous le thème risques naturels, BRGM Formation propose des sessions qui



Habitation détruite par le glissement de  
Gazost de février 2015 (Hautes-Pyrénées).

© BRGM - Isabelle Bouroullec

couvrent les différents risques naturels géologiques et hydrométéorologiques. À partir d'une vision d'ensemble, chaque risque est abordé de façon spécifique en ciblant les aspects les plus critiques pour l'administration, le bureau d'étude ou le donneur d'ordre: le risque sismique en France (métropolitaine et DROM), la réglementation parasismique et le renforcement du bâti face aux séismes, le retrait-gonflement des argiles, les risques côtiers d'érosion ou de submersion marine, etc.

Des formations pluridisciplinaires permettent de compléter la connaissance de l'aléa et du processus de dommage, en abordant des aspects intégratifs ou particuliers de la gestion des risques (socio-économie, incertitudes, indemnisations).

## Risques naturels, géologiques et hydrométéorologiques

- 86** Les risques naturels géologiques et hydrométéorologiques
- 87** Prévention du risque de sécheresse: retrait-gonflement des sols argileux
- 88** Mieux connaître le risque sismique et la réglementation parasismique
- 89** Réduction de la vulnérabilité sismique des bâtiments: diagnostics et techniques de renforcement
- 90** Les risques littoraux: définitions, concepts, outils et méthodes
- 91** Risques naturels, de l'aléa aux enjeux: interdisciplinarité et gestion intégrée
- 92** Traitement des incertitudes dans l'évaluation des risques naturels et environnementaux
- 93** Indemnisation des catastrophes naturelles en France

# Les risques naturels géologiques et hydrométéorologiques

1,5 jour

885 € HT

28-29 septembre 2017

Orléans

Cette formation est déclinable en région et à l'international

## OBJECTIFS

- Découvrir les mécanismes à l'origine des tremblements de terre, des mouvements de terrain (glissements, chutes de blocs, effondrements de cavités souterraines, coulées de boue, érosion) et des submersions marines.
- Comment quantifier les menaces que ces phénomènes représentent ?
- Appréhender la nécessité et les contraintes de leur prise en compte dans l'aménagement du territoire.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants auront acquis une culture sur les risques naturels et connaîtront les moyens à mettre en œuvre pour les prévenir ou les gérer.

## PUBLIC CONCERNÉ

Cadres administratifs et techniciens des administrations ou des collectivités territoriales ayant en charge la gestion des risques. Assureurs, urbanistes.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés théoriques, présentations de cas et applications pratiques.

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « introduction aux géosciences et leurs applications » avec les formations GEO01, EAU01, GTH01 et MCA09.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Les risques naturels et leur prévention

- Rappel des définitions en usage.
- Principes généraux de la prévention.
- Réglementation, acteurs, responsabilités.

### Connaissance et évaluation ; méthodes et moyens

- Inventaire et caractérisation des événements, données disponibles, limites des méthodes et des moyens. (aléas géologiques, aléas hydrométéorologiques).
- Présentation des bases de données existantes, manipulation, consultation (BDMVT, BDCAV, SISFRANCE, BD TSUNAMIS et NEOPAL).
- Évaluation et représentation de l'aléa, compréhension des mécanismes et représentation à différentes échelles.
- Définition de niveaux d'aléa.
- Caractérisation et identification des enjeux et de leur vulnérabilité.
- Évaluation du risque.

### Prévention, prise en compte, application

- Alerte.
- Information.
- Documents d'aménagement et d'urbanisme.
- Ouvrages de protection et dispositions constructives.
- Illustration par des exemples d'expertise (1res recommandations).

### Pour aller plus loin, où chercher ?

# Prévention du risque de sécheresse :

retrait-gonflement des sols argileux

1 jour

590 € HT

7 février 2017

Orléans

Cette formation est déclinable en région.

## OBJECTIFS

Comprendre les mécanismes de retrait-gonflement des sols argileux, à l'origine de très nombreux sinistres en maisons individuelles (fissurations et désordres divers en période de sécheresse) et disposer des éléments pour prévenir ce risque.

## COMPÉTENCES VISÉES

- À la fin de la formation, les participants :
  - sauront comment sont délimitées les zones exposées au phénomène (cartes d'aléa, PPR);
  - sauront quelles précautions prendre pour construire sur sols sensibles au retrait-gonflement;
  - sauront que faire en cas de sinistre;
  - connaîtront la réglementation sur les catastrophes naturelles « CATNAT » et son application au risque « sécheresse ».

## PUBLIC CONCERNÉ

Ingénieurs et techniciens des collectivités territoriales et services de l'État, ingénieurs de bureaux d'études géotechniques et structures, ingénieurs de bureaux de contrôle, constructeurs de maisons individuelles, experts d'assurance, ingénieurs BTP.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés théoriques, présentations de cas (sites instrumentés) et applications pratiques.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### État des lieux

- Impact du phénomène sur les constructions.
- Bilan économique des récentes périodes de sécheresse en France.
- Exemples de désordres observés sur des constructions individuelles.
- Impact du phénomène dans d'autres pays.

### Les mécanismes du retrait-gonflement

- Qu'est-ce qu'un sol argileux ?
- Caractéristiques minéralogiques des argiles gonflantes.
- Les mécanismes physiques du retrait-gonflement (notamment à partir de mesures réalisées sur sites expérimentaux).
- Rôle respectif des différents facteurs de déclenchement.
- Manifestation de la sécheresse sur le bâti, typologie des désordres.

### Les outils de la prévention

- Cartes départementales d'aléa : méthodologie, réalisation, résultats.
- PPR sécheresse : plans de zonage, contenu réglementaire, état d'avancement.
- Éléments d'information disponibles (plaquettes, diaporama, site web, etc.). Comment construire sur sol sujet au retrait-gonflement.
- Reconnaissances de sol préalables.
- Dispositions constructives à respecter.

### Que faire en cas de sinistre ?

- Procédures de reconnaissances de l'état de catastrophe naturelle dans le cadre de la réforme « CATNAT ».
- Expertise d'un sinistre retrait-gonflement : les points clés.
- Méthodes de confortement : modalités de mise en œuvre, couts, efficacité.
- Cas des sinistres de deuxième génération : exemples pratiques.

# Mieux connaître le risque sismique et la réglementation parasismique

2 jours

1180 € HT

Session 1 : 16-17 mai 2017

Orléans

Session 2 : 30 novembre-1<sup>er</sup> décembre 2017

## OBJECTIFS

- Développer la culture générale du phénomène sismique.
- Appréhender les composantes du risque sismique (en particulier l'influence des sites et de la vulnérabilité des biens) pour être en mesure de réaliser des études ou d'y réagir.
- Découvrir les règles de construction parasismiques.
- Appréhender le contexte législatif et réglementaire et ses déclinaisons aux différents types de projets.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants :

- connaîtront mieux le phénomène sismique, en particulier sa nature et ses conséquences sur les constructions ;
- connaîtront le niveau d'aléa auquel sont exposées les différentes régions françaises (métropole et Outre-mer) et comment cet aléa est étudié (surveillance sismique) ;
- comprendront mieux le comportement des ouvrages soumis à des sollicitations sismiques.

- Appréhenderont les raisons de l'évolution de la réglementation parasismique et l'esprit de cette nouvelle réglementation.
- Connaîtront l'articulation générale des textes constitutifs de cette réglementation et savoir à quel(s) texte(s) se référer selon la nature et la localisation d'un projet de construction ou de renforcement.

## PUBLIC CONCERNÉ

- Session 1 : industriels, architectes et BET, assureurs et réassureurs.
- Session 2 : agents des services de l'État gestionnaires des risques (DREAL, DDT (M), CEREMA, préfectures, services de protection civile), ingénieurs et techniciens des collectivités territoriales en charges des risques...

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés théoriques illustrés de cas d'études.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### L'aléa sismique

- Qu'est-ce qu'un séisme ?
- Quels sont les effets observés : phénomènes directs, effets de site, effets induits ?
- Quels outils pour caractériser un séisme : magnitude, intensité, mouvements du sol (temporel et spectral), période de retour, etc. ?
- Les séismes du territoire national : sismicité historique et instrumentale.
- Quel aléa sismique en France ?

### La vulnérabilité aux séismes

- Quelles sont les conséquences potentielles sur les bâtiments et équipements ?
- Quels principes observer pour la construction parasismique (Eurocodes 8...) ?
- Comment appréhender la vulnérabilité d'un bâtiment ?
- Comment réduire la vulnérabilité aux séismes ?

### L'organisation de la prévention du risque sismique en France

- Quels rôles et responsabilités pour la prévention du risque sismique en France ?
- Quels outils réglementaires pour la prévention du risque sismique (DDRM, DICRIM, PPRS...) ?
- Quels outils techniques sont disponibles pour évaluer et réduire le risque sismique ?

### La nouvelle réglementation parasismique

- Qu'est-ce que le nouveau zonage réglementaire de la France ?
- Quelles règles parasismiques pour les bâtiments à risque normal ?
- Quelles règles parasismiques pour les installations industrielles ?
- Quelles règles parasismiques pour les autres installations spéciales (ponts, barrages, installations nucléaires de base...) ?

### Les cas d'étude présentés dans la formation seront adaptés au public de la session.

# Réduction de la vulnérabilité sismique des bâtiments :

diagnostics et techniques de renforcement



3 jours

1450 € HT\*

21-23 novembre 2017

Cette formation est déclinable à l'international.

Paris

## OBJECTIFS

- Comprendre les enjeux de la réduction de vulnérabilité sismique.
- Connaître les techniques de renforcement, retour d'expérience de chantiers.
- Maîtriser les fondamentaux de la conception de renforcement parasismique.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants sauront :

- identifier les principales faiblesses d'un bâtiment en réaliser un diagnostic sismique ;
- proposer une stratégie de réduction de la vulnérabilité sismique ;
- justifier un avant-projet de renforcement : niveau d'aléa, choix des solutions, justification de l'efficacité.

## PUBLIC CONCERNÉ

Ingénieurs et architectes, en bureau d'étude, en entreprise ou dans les services de l'État ou des collectivités locales.

## PRÉREQUIS

Notions de calcul parasismique et de connaissances des techniques de construction.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Exposés sur les aspects théoriques.
- Mises en situation : diagnostic, projet de renforcement.
- Projets en groupe.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PARTENAIRES

Cette formation a été conçue et est animée avec DYNAMIQUE CONCEPT.



DYNAMIQUE  
CONCEPT

## PROGRAMME

**Le programme s'appuie sur les préconisations du guide 2013 « Diagnostic et renforcement du bâti existant vis-à-vis du séisme » produit par le groupe de travail AFPS-CSTB pour la DGALN et sur l'expérience des intervenants. Les applications porteront sur des bâtiments de technicité courante.**

### Rappel sur le risque sismique

- Sismicité, aléa sismique, micro-zonages, éléments de réglementation, choix du niveau d'accélération dans le cas d'un projet de renforcement, spectres spécifiques.

### Vulnérabilité et diagnostic sismique

- Principaux facteurs de vulnérabilité des constructions, retour d'expérience de missions post-sismiques.
- Démarche du diagnostic.

### Les techniques de renforcement

- Présentation des solutions de renforcement, illustration sur des chantiers réels.
- Stratégies de réduction de la vulnérabilité.
- Évaluation de la capacité résistante initiale et du gain de renforcement.
- Mise en œuvre.
- Retour d'expérience des projets de réhabilitations.

### Les applications

- Diagnostic préliminaire d'un bâtiment.
- Projet de renforcement (en groupe) : proposition de solutions de principes, justification des techniques retenues.

\*Le prix inclut la remise d'un exemplaire du livre de V. Davidovici « Conception-construction parasismique », (Ed. Eyrolles, septembre 2016).

# Les risques littoraux :

## définitions, concepts, outils et méthodes

2 jours

1180 € HT

11-12 mai 2017

Orléans

### OBJECTIFS

Acquérir une culture sur les risques littoraux, sur l'impact potentiel du changement climatique sur ces risques et sur les outils de cette connaissance à partir d'exemples concrets (retours d'expérience, événements historiques extrêmes).

### COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants auront :

- découvert les outils et les compétences nécessaires à la connaissance des risques littoraux ;
- appréhendé les particularités du territoire littoral à l'interface terre/mer, ses aléas et les risques spécifiques :
  - les aléas littoraux (érosion et recul du trait de côte, submersions marines),
  - les causes,
  - les processus,
  - leurs impacts sur le territoire littoral.

- été sensibilisés à l'impact potentiel du changement climatique sur les risques littoraux.

### PUBLIC CONCERNÉ

Fonctionnaires des collectivités territoriales, gestionnaires du littoral, bureaux d'étude.

### OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés théoriques illustrés d'études de cas.

### OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

### PROGRAMME

#### Introduction au littoral et aux risques littoraux

- Fonctionnement des systèmes littoraux.
- Les aléas (érosion, recul du trait de côte, submersions marines).

#### Les concepts de risque appliqués au littoral

- Phénomènes de « forçage », échelles spatio-temporelles.
- Hydrodynamique : vagues, surcotes, courants...
- Sédimentaire : stocks, transport de sédiment, morphodynamique.
- Les aléas :
  - érosion et recul du trait de côte,
  - submersion marines d'origine, météorologique et tsunamis.
- Caractérisation des périodes de retour d'un événement de référence.
- Les enjeux et leur exposition, leur vulnérabilité (vulnérabilités physiques sur l'humain, et le bâti, vulnérabilités économiques, sociales et environnementales).

#### Mesures, suivis, observations in situ, bases de données et systèmes de prévision disponibles

- Les bases de données nécessaires (topo/bathymétriques, vagues, niveaux d'eau, enjeux, occupation du sol, etc.).
- Systèmes de prévision d'océanographie

côtière (houles, courants, niveaux).

#### Méthodes et outils d'évaluation des risques littoraux

- Apports de l'analyse historique d'événements extrêmes.
- Méthodes de calcul des périodes de retour.
- Méthodes de calcul du recul du trait de côte et de la submersion marine.
- Restitution sous forme cartographique, outils de communication.
- Les modèles, leurs apports, leurs limites.
- Exemple de modélisation des phénomènes.

#### Études de cas

- Études de cas sans prise en compte du changement climatique.
- Études de cas intégrant le changement climatique (élévation du niveau de la mer).

# Risques naturels, de l'aléa aux enjeux :

interdisciplinarité et gestion intégrée



3 jours

1770 € HT

7-10 novembre 2017

Orléans

## OBJECTIFS

- Connaître la particularité des différents aléas naturels au regard des enjeux exposés.
- Découvrir les principaux concepts et méthodes des sciences humaines et sociales dans le domaine des risques naturels, à travers des exemples appliqués.
- Connaître les étapes de l'évaluation économique et sociologique d'un territoire exposé à un aléa.
- Comprendre les approches sociales et économiques pour être capable de les intégrer dans un projet et de suivre les partenariats ou prestations mis en place avec des économistes et sociologues.
- Identifier les acteurs et leur rôle.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation les participants auront acquis une vision intégrative du risque naturel et sauront faire appel aux différentes disciplines pour la gestion des risques naturels.

## PUBLIC CONCERNÉ

Gestionnaires des risques naturels dans les services de l'État et des collectivités territoriales, bureaux d'études, chercheurs et ingénieurs risques spécialistes de l'une des disciplines évoquées.

## PRÉREQUIS

Culture des risques dans l'une ou l'autre discipline.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Apports théoriques, études de cas, exercices d'application, jeu de rôle.

## PARCOURS

Ce stage constitue un parcours de compétence « géosciences et société » avec les formations EAU13, MCA03, ENV15 et ENV16.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Place des sciences humaines et sociales dans l'évaluation des risques naturels

- Introduction aux spécificités des différents aléas naturels au regard des enjeux exposés.
- Place de l'économie et de la société dans la gestion du risque.
- Différentes approches conceptuelles.

### Retour d'expérience sur un événement récent

### Économie et démographie des risques

- Notions : économie, géographie humaine.
- Outils : évaluation économique et sociale des enjeux, évaluation des dommages.

### Réponse sociétale aux risques

- Quelle représentation du risque ?
- Les outils : enquêtes publiques, indicateurs de perception, évaluation de la capacité d'adaptation, ateliers participatifs.

### Gouvernance et gestion du risque naturel

- Jeu des acteurs, réglementation et outils de politique publique de prévention, financement des dommages et transfert de risque.
- Assurance et incitation à la prévention.

### Les outils d'aide à la décision

- Indicateurs.
- Analyses cout/bénéfices.
- Outils et problématiques « émergents ».

### Synthèse

- Mise en œuvre d'un jeu de rôle sur la gestion (à titre préventif et gestion de crise) d'un risque naturel.

# Traitement des incertitudes dans l'évaluation des risques naturels et environnementaux

2 jours

1180 € HT

28-29 novembre 2017

Orléans

## OBJECTIFS

- Comprendre les fondements de l'analyse d'incertitude en évaluation des risques.
- Maîtriser les outils de traitement des incertitudes dans le cadre des probabilités pour :
  - la représentation ;
  - la propagation ;
  - l'analyse de sensibilité.
- S'initier aux nouvelles approches pour le traitement des incertitudes épistémiques.
- Savoir sélectionner les outils/approches les plus appropriés pour faire le lien avec la pratique du terrain.
- Savoir interpréter les résultats de l'analyse d'incertitude. Appliquer les notions abordées en construisant son propre modèle d'analyse sous le logiciel R/matlab/Excel.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants disposeront des éléments pour évaluer l'incertitude des évaluations de risques et accompagner la prise de décision en matière de gestion des risques.

## PUBLIC CONCERNÉ

Ingénieurs dans les domaines des risques naturels mais aussi de l'environnement, de l'aménagement ou de la santé publique qui réalisent des évaluations de risques. Gestionnaires des risques des services de l'État et des collectivités territoriales, bureaux d'études...

## PRÉREQUIS

Connaissances de base :  
 • en évaluation des risques ;  
 • pour l'utilisation de base sur Excel.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés théoriques, présentations de cas concrets et applications pratiques réalisées par les participants sur ordinateur.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Introduction

- Pourquoi un traitement des incertitudes ?
- Les différentes facettes de l'incertitude : aléatoire versus épistémiques.
- Un cadre de traitement : représentation ; propagation ; analyse de sensibilité ; prise de décision.

### Un outil : les probabilités

- Représentation par des lois de probabilités.
- Propagation par méthode Monte-Carlo.
- Analyse de sensibilité par décomposition de la variance (indices de Sobol').
- Présentation d'études sur cas réels.

### Aller au-delà des probabilités classiques

- Problématique de la représentation en fonction des informations disponibles.
- Combiner différents outils de représentation pour la propagation (probabilités, intervalles, nombres flous).
- Présentation d'études sur cas réels.

### Prise de décision à l'aide de l'information sur l'incertitude

### Exercices pratiques

# Indemnisation des catastrophes naturelles en France

NOUVEAU

1 jour

590 € HT

9 novembre 2017

Paris

## OBJECTIFS

- Développer la connaissance des catastrophes naturelles pouvant affecter le territoire national, des dommages qu'elles pourraient induire et de l'indemnisation des dommages assurés.
- Découvrir le régime d'indemnisation spécifique français dit « régime CATNAT » (historique, points forts, limites, mécanisme, améliorations...).
- Appréhender le contexte législatif et réglementaire applicable en France pour l'indemnisation de dommages causés par des périls naturels.
- Améliorer la connaissance des efforts réalisés en R&D (modélisations, simulations) pour mieux connaître les risques naturels et assurer une mitigation de ces risques.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants :

- appréhenderont les phénomènes naturels pouvant provoquer des dommages importants pour le territoire métropolitain et en Outre-mer.
- sauront comment est construit le régime français d'indemnisation des catastrophes naturelles.

- sauront comment ce régime CATNAT permet d'indemniser les dommages assurés causés par les principaux événements naturels pouvant affecter le territoire national et comment il participe à une politique de réduction du risque.

## PUBLIC CONCERNÉ

Formation proposée pour les agents de l'État ou de ses services déconcentrés et les collaborateurs et experts des sociétés du monde de l'assurance.

## PRÉREQUIS

Culture scientifique ainsi que quelques notions générales en ingénierie civile et financière.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés théoriques et discussions synthétiques avec les participants.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PARTENAIRE

Cette formation est conçue et animée avec la Caisse centrale de réassurance.



## PROGRAMME

### Les risques naturels en France

- Les aléas naturels.
- Les enjeux.
- Notions de vulnérabilité et de risque.
- La cartographie des risques.

### Le système CATNAT

- Historique.
- Fonctionnement.
- Pour quels risques ?

### Bilan, questions et discussions



# CHANGEMENT CLIMATIQUE : APPORT DES GÉOSCIENCES

La prise en compte du changement climatique est rendue indispensable par les impacts existants ou potentiels qu'il génère; elle est l'une des problématiques majeures du XXI<sup>e</sup> siècle. Il s'agit d'atténuer les effets changement climatique en réduisant les émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère mais il faut également s'adapter à ses conséquences inévitables, dont la multiplication des sécheresses et l'élévation du niveau de la mer de quelques dizaines de centimètres au moins d'ici 2100. Dans tous ces domaines, les apports des géosciences sont nombreux : réduction des émissions de CO<sub>2</sub> par stockage géologique, géothermie, stratégies de gestion des ressources en eau souterraine, prévention des risques géotechniques et côtiers. Les outils développés en recherche sont de plus en plus mobilisés pour appuyer les politiques publiques (schémas régionaux climat-air-énergie) et commencent à émer-

ger en tant que composante indispensable des services climatiques pour l'atténuation et l'adaptation.

Par ses missions de recherche et d'appui aux politiques publiques, et de par sa forte implication dans des projets et réseaux européens et internationaux, le BRGM a un rôle clé à jouer pour accompagner les territoires dans la lutte contre le changement climatique. Ses différentes compétences en géologie des réservoirs, hydrogéologie, géochimie, géomécanique, risques naturels (mouvements de terrain, risques côtiers) lui ont permis de développer des technologies d'atténuation du changement climatique basées sur l'utilisation du sous-sol. Sa connaissance territoriale des risques et des ressources l'ont également amené à développer les moyens d'observation des effets du changement et à élaborer dans des projets de recherche des stratégies d'adaptation pour les différents milieux impactés. Rappelons



Évolution de la flèche sableuse du Cap Ferret pour s'adapter aux modifications de l'hydraulique au sein du bassin d'Arcachon et au changement climatique.

© OCA – M. Le Collen (2008)

également l'action du BRGM pour le développement de la géothermie, énergie renouvelable permettant de réduire la production de GES (thème géothermie du catalogue).

En 2017, BRGM Formation propose trois formations dans l'objectif de sensibiliser et de former à la connaissance de différents moyens d'action pour faire face au changement climatique. Celles-ci se rattachent à la démarche nationale de transfert de compétence en cours, menée par l'alliance Allenvi, pour rassembler dans une approche coordonnée, les propositions de formation des différents organismes de recherche dans le domaine du changement climatique. Pour mémoire, la formation proposée sur le stockage géologique de CO<sub>2</sub> a été initialement élaborée dans le cadre du réseau d'excellence européen CO<sub>2</sub>GeoNet, dont le BRGM est membre.

## Changement climatique

- 96** Atténuation du changement climatique : le stockage géologique du CO<sub>2</sub>
- 97** Changement climatique sur le sol et le sous-sol : impact sur les ressources et les risques naturels et perspectives d'adaptation
- 98** Aléas côtiers et changement climatique : conséquences de l'élévation du niveau de la mer

# Atténuation du changement climatique : le stockage géologique du CO<sub>2</sub>

1 jour

590 € HT

27 avril 2017

Orléans

Cette formation est déclinable à l'international.

## OBJECTIFS

- Découvrir une technologie émergente : le captage et stockage de CO<sub>2</sub> (CSC) et son potentiel pour réduire les émissions des installations industrielles (aciéries, cimenteries, usines d'incinération, centrales thermiques à charbon et à gaz, etc.) ou retirer du CO<sub>2</sub> de l'atmosphère (couplage avec la biomasse énergie notamment).
- Échanger sur les possibilités d'application en France.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants auront un aperçu de l'état des connaissances et réalisations concrètes actuelles dans le monde ainsi que du potentiel d'application en France.

## PUBLIC CONCERNÉ

Collectivités territoriales et services de l'État, etc.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés théoriques, vidéo, études de cas, débat.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PARTENAIRE

Cette formation a été initiée dans le cadre des travaux de l'association européenne CO<sub>2</sub>GeoNet.



## PROGRAMME

### Objectifs et moyens de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>

- Le contexte international et européen.
- Le contexte français : les différents scénarios de l'ANCRE, la quantification des volumes de CO<sub>2</sub> à capter et stocker pour atteindre le Facteur 4.

### Captage et stockage de CO<sub>2</sub> : une technologie clé d'atténuation

- Renvoyons le carbone dans le sous-sol : une boucle vertueuse pour l'environnement !
- Les 3 maillons : captage-transport-stockage.
- Les 15 opérations pionnières en Europe et dans le monde : une capacité de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de 28 Mt par an en 2015.
- Les perspectives de déploiement.

### Le stockage géologique du CO<sub>2</sub>

- Les principales cibles de stockage dans le sous-sol : aquifères salins profonds, réservoirs d'hydrocarbures épuisés, veines de charbon profondes, etc.
- Les critères géologiques pour la sélection des sites de stockage.
- L'estimation des performances d'un site : capacités de stockage, injectivité, étanchéité.
- Cas d'étude : modélisation dynamique d'un site de stockage.

### Sécurité et surveillance des stockages

- Les critères de sécurité.
- L'évaluation des risques.
- Les méthodes et stratégies de surveillance.
- Les actions correctives.
- Cas d'étude : gestion des risques sur un site de stockage.

### Réglementation

- Les réglementations internationales.
- La directive européenne sur le stockage géologique du CO<sub>2</sub> et sa transposition en droit français.
- La normalisation ISO en préparation sur le captage, transport et stockage de CO<sub>2</sub>.

### Le potentiel d'application en France

- Les zones potentielles de stockage dans le Bassin parisien, le Bassin aquitain et le Bassin du Sud-Est.
- Schémas territoriaux reliant émetteurs, stockeurs et utilisateurs de CO<sub>2</sub>.
- Cas d'étude : gestion des émissions de CO<sub>2</sub> autour du bassin industriel de Fos-Berre-Lavéra-Gardanne-Beaucaire.

### Discussion et conclusion

# Changement climatique sur le sol et le sous-sol :

impact sur les ressources et les risques naturels et perspectives d'adaptation



2 jours

1180 € HT

28-29 novembre 2017

Orléans

## OBJECTIFS

- Comprendre le processus du changement climatique.
- Appréhender les impacts du changement climatique sur les risques naturels et les ressources du sol et du sous-sol. Présenter les perspectives d'adaptation.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants sauront en quoi la ressource en eau et les risques naturels (mouvement de terrain, risques côtiers, inondations) sont ou seront affectés par le changement climatique et quelles sont les perspectives d'adaptation.

## PUBLIC CONCERNÉ

Les collectivités territoriales et services de l'État (gestionnaires des risques et de la mise en œuvre du PNAC), bureaux d'étude, ONG.

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

Exposés théoriques, études de cas, débat.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Quel changement climatique ?

- Modèles climatiques.
- Température, élévation du niveau de la mer, modification de l'évapo-transpiration, événements extrêmes...
- Quels impacts sur le sol sous-sol et les risques naturels.

### Ressource en eau

- Impact sur la ressource.
- Quelles possibilités d'atténuation de l'impact, d'adaptation.
- Étude de cas.

### Évolution des risques existants

- Le risque côtier :
  - Impact du changement climatique ;
  - Quelles possibilités d'adaptation ?
  - Étude de cas.
- Le risque sécheresse :
  - Impact du changement climatique ;
  - Quelles possibilités d'adaptation ?
  - Étude de cas.
- La stabilité des sols :
  - Impact du changement climatique ;
  - Quelles possibilités d'adaptation ?
  - Étude de cas.

### Quelle gestion immédiate et future

- Mesures d'adaptation à court terme.
- Quelle évolution de la prévention ?
- Mesures d'adaptation à moyen ou long terme.
- Évolution du droit du sol, de la propriété ?

# Aléas côtiers et changement climatique :

conséquences de l'élévation du niveau de la mer



1 jour

590 € HT

7 septembre 2017

Orléans

## OBJECTIFS

Appréhender les impacts du changement climatique sur l'élévation du niveau de la mer et les aléas côtiers. Connaître les ressources disponibles (données, modèles) permettant d'anticiper ces changements pour intégrer cette dimension dans les projets d'aménagement du territoire.

## COMPÉTENCES VISÉES

À la fin de la formation, les participants auront un aperçu de l'état des connaissances actuelles concernant les conséquences du changement climatique sur les aléas côtiers (submersions marines, recul du trait de côte, intrusions salines dans les aquifères) et les projets de mise en place de services climatiques.

## PUBLIC CONCERNÉ

Collectivités territoriales services de l'État (gestionnaires des risques et de la mise en œuvre du PNACC et des plans climat-énergie territoriaux, urbanistes, bureaux d'études).

## OUTILS PÉDAGOGIQUES

- Exposés théoriques.
- Études de cas.
- Mise en situation.

## OBSERVATIONS

Déjeuners inclus.

## PROGRAMME

### Comment le changement climatique affecte-t-il les aléas côtiers ?

- Vagues, surcotes, débits des rivières, tempêtes.
- L'élévation du niveau de la mer : observations et projections.

### Conséquences du changement climatique et de l'élévation du niveau de la mer

- Submersions marines.
- Érosion côtière et recul du trait de côte.
- Intrusion salines dans les aquifères côtiers.

### Méthodes pour appréhender les conséquences du changement climatique pour le côtier

- Ressources : sources d'informations et données.
- Outils : modèles et portails.
- Analyse des incertitudes.
- Cas d'étude.

### Vers des services climatiques côtiers pour l'adaptation au changement climatique

# Découvrez toute la collection **géosciences**

LA REVUE DU BRGM POUR UNE TERRE DURABLE



## Déjà parus

- N° 1 Ressources minérales et développement durable**  
janvier 2005 – 80 pages
- N° 2 L'eau souterraine**  
septembre 2005 – 94 pages
- N° 3 Le changement climatique**  
mars 2006 – 112 pages
- N° 4 Les risques telluriques**  
septembre 2006 – 96 pages
- N° 5 Géosciences et santé**  
mars 2007 – 116 pages
- N° 6 Terre virtuelle : les systèmes d'information géoscientifique**  
octobre 2007 – 120 pages
- N° 7/8 Découvrir le patrimoine géologique de la France**  
mars 2008 – 252 pages
- N° 9 Terre active, Terre en mouvement : les systèmes d'observation d'une Terre dynamique**  
avril 2009 – 121 pages
- N°10 Villes et géologie urbaine**  
décembre 2009 – 108 pages
- N°11 Les frontières géologie-biologie**  
juillet 2010 – 96 pages
- N° 12 La Loire, Agent géologique**  
décembre 2010 – 132 pages
- N° 13 Le rôle de l'eau dans le système Terre**  
juillet 2011 – 112 pages
- N° 14 Géodiversité des Outre-mer français**  
décembre 2011 – 120 pages
- N°15 Ressources minérales Contribution au Sommet de la Terre 2012**  
juin 2012 – 108 pages
- N°16 La Terre, source d'énergies durables**  
mars 2013 – 112 pages
- N°17 Le littoral**  
octobre 2013 – 112 pages
- N°18 Les sols**  
juillet 2014 – 100 pages
- N°19 La Garonne, jeux et enjeux géologiques**  
mai 2015 – 130 pages
- N°20 Géosciences pour innover**  
février 2016 – 84 pages
- N°21 L'Afrique, terre de connaissances**  
septembre 2016 – 84 pages

**Commandez Géosciences, 12 € le numéro**

- ▶ sur notre site internet <http://editions.brgm.fr>
- ▶ en écrivant à **BRGM - Service de la communication et des éditions**

**Revue Géosciences**  
3, avenue Claude-Guillemin  
45060 Orléans Cedex 2

# INFORMATIONS UTILES

## ORGANISME

Raison sociale	BRGM
Statut juridique	Établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC)
Centre de formation	BRGM Formation 3, avenue Claude-Guillemin BP 36 009 45060 Orléans Cedex 2 – France <a href="http://formation.brgm.fr">http://formation.brgm.fr</a>
Renseignements et inscriptions	Charlotte Vinchon ou Sabrina Ramiro Tél. : 02 38 64 37 91 E-mail : <a href="mailto:brgmformation@brgm.fr">brgmformation@brgm.fr</a>

## INFORMATIONS LÉGALES

Organisme de formation	n°2445 Po1 7845
Code NAF	7219Z
Numéro SIREN	582 056 149
TVA intracommunautaire	FR 67 582056149

## PAIEMENT

Pour les organismes français	À adresser à l'ordre de l'agent comptable du BRGM Trésorerie Générale Orléans RIB : 10071 45000 00001000034 92 IBAN : FR76 1007 1450 0000 0010 0003 492 BIC : TRPUFRP1
Pour les organismes internationaux	BRGM Agence Société générale Orléans RIB : 30003 01540 00020027669 86 IBAN : FR76 30003 01540 00020027669 86 BIC : SOGEFRPP

# BULLETIN D'INSCRIPTION

Remplir un bulletin d'inscription par stage et par personne.

## INTERNET

Pré-réservations et inscriptions sur :  
<http://www.brgm.fr/inscription-formation>  
E-mail : [brgmformation@brgm.fr](mailto:brgmformation@brgm.fr)

## COURRIER

BRGM Formation  
3, avenue Claude-Guillemin - BP 36009  
45060 Orléans cedex 2  
Tél. : 02 38 64 37 91

## STAGE

Code : ..... Intitulé : .....

.....

Dates : .....

Lieu : ..... Nombre de jours : .....

## PARTICIPANT

Nom : ..... Prénom : .....

Fonction : .....

E-mail : ..... Tél. : .....

## ÉTABLISSEMENT

Raison sociale : .....

Adresse : .....

Code postal : ..... Ville : .....

### Responsable du suivi de l'inscription

Nom : ..... Prénom : .....

Fonction : .....

E-mail : ..... Tél. : .....

### Responsable de formation

Nom : ..... Prénom : .....

Fonction : .....

E-mail : ..... Tél. : .....

### Adresse de facturation (si différente ou prise en charge par un organisme collecteur)

Raison sociale : .....

Dossier suivi par : .....

Adresse : .....

Code postal : ..... Ville : .....

E-mail : ..... Tél. : .....

Numéro de commande à rappeler sur votre facture : .....

En signant ce bulletin,  
j'accepte les conditions  
générales de vente situées au  
verso de ce document.

Fait à .....

le .....

SIGNATURE ET CACHET

# CONDITIONS GÉNÉRALES DE VENTE

Les conditions générales de vente suivantes s'appliquent à toute prestation issue des formations standard (inter-entreprises) proposées dans ce catalogue. Les conditions générales de prestation des formations « sur mesure » ou des interventions de formateurs BRGM dans des formations organisées par d'autres organismes seront jointes et adaptées au contrat spécifique établi à l'occasion avec le client.

## 1 - Application des conditions générales de vente

Les présentes conditions générales de vente (CGV) sont systématiquement adressées à chaque client pour lui permettre de passer commande. Le fait de passer commande implique l'adhésion entière et sans réserve de l'acheteur à ces CGV. Tout autre document tels que prospectus, catalogues, émis par le BRGM n'a qu'une valeur indicative. Aucune condition particulière ne peut, sauf acceptation formelle et écrite du BRGM, prévaloir contre les CGV. Toute condition contraire opposée par l'acheteur sera donc, à défaut d'acceptation expresse, inopposable au BRGM, quel que soit le moment où elle aura pu être portée à sa connaissance. Le fait que le BRGM ne se prévale pas à un moment donné de l'une quelconque des présentes CGV ne peut être interprété comme valant renonciation à se prévaloir ultérieurement de l'une quelconque desdites conditions.

## 2 - Formation du contrat

Le devis ou la convention, établis par BRGM Formation avec le client, constitue les conditions particulières venant modifier ou compléter les présentes conditions générales. En cas de commande reçue du client, celle-ci ne sera considérée comme acceptée définitivement par le BRGM qu'après acceptation écrite et signée. C'est cette acceptation qui constituera dans ce cas les conditions particulières.

## 3 - Modification du contrat

### 3.1 - Modification par le client

Toute modification ou résolution du contrat visé au paragraphe 2 ci-dessus ne peut être prise en considération que si elle est parvenue par écrit au BRGM sous 8 jours avant la date prévue pour la session objet de la demande de modification. Si le BRGM n'accepte pas la modification ou la résolution, le paiement de l'intégralité de la formation est dû.

Il est possible de remplacer à tout moment le stagiaire empêché par une autre personne ayant le même profil et les mêmes besoins en formation.

### 3.2 - Modification par le BRGM

BRGM Formation accueillera dans la limite des places disponibles les salariés de l'entreprise signataire de la convention.

La recherche du meilleur équilibre des sessions peut nous amener à proposer des modifications de dates. La composition des groupes peut nous amener à modifier le lieu de réalisation de l'action de formation.

## 4 - Prix, conditions de paiement et pénalités

Les tarifs sont forfaitaires. Ils sont validés dans l'offre et pour une période de 3 mois à compter de la date d'émission de l'offre. Ils font l'objet d'une révision par année civile. Tout stage commencé est dû en entier. Les prix sont indiqués H.T. Ils sont à majorer du taux de TVA en vigueur.

Les repas de midi des formations inter-entreprises (soit les formations décrites dans le catalogue) sont inclus dans le prix de la formation, pendant la durée de la formation. Les diners, l'hébergement et le transport sont à la charge des stagiaires sauf mention particulière.

Une facture et une attestation de stage sont adressées au client à l'issue de la formation.

Tout paiement intervenant postérieurement à ces CGV et aux dates d'échéances figurant sur les factures, donnera lieu à une majoration de 1% par mois de retard. En cas d'annulation tardive (moins de 10 jours avant le début du stage), BRGM Formation se réserve le droit de facturer des frais d'annulation pouvant atteindre 100% du prix du stage. Cependant, ce débit ne constitue pas une dépense déductible de la participation de l'employeur au titre de la formation continue.

## 5 - Propriété intellectuelle

Lorsque l'exécution de la prestation comprend la livraison par BRGM Formation d'éléments protégés par la législation sur les droits d'auteur, il est entendu que :

- ces éléments sont protégés par le droit d'auteur. Tous les droits de propriété intellectuelle relatifs au support de formation et à son contenu (notamment mais non limité aux titres, textes, illustrations, photographies et dessins) sont la propriété de BRGM Formation ou le cas échéant du tiers titulaire des droits ou ayant cause. Le contrat de formation n'emporte pas cession des droits ;
- toute reproduction, représentation, diffusion, partielle ou intégrale de ces éléments faite par le client sans le consentement préalable de BRGM Formation ou le cas échéant du tiers titulaire des droits ou ayants cause est un délit et expose le client à des sanctions civiles et/ou pénales. Une reproduction strictement réservée à l'usage privé et interne du client est toutefois autorisée.

## 6 - Responsabilité du BRGM

### 6.1 - Étendue

BRGM Formation s'engage à mettre en œuvre le programme de formation tel que décrit dans l'offre.

BRGM Formation s'engage à porter le plus grand soin à la composition des groupes. Un support de cours est remis à chaque participant.

Les prestations fournies par BRGM Formation seront exécutées avec toute la diligence afin de respecter au mieux l'obligation de moyen à laquelle le BRGM est tenu suivant les présentes CGV.

### 6.2 - Limites

Quels que soient la nature, le fondement et les modalités de la réclamation engagée contre BRGM Formation, l'indemnité due au client en réparation de son préjudice ne pourra dépasser le montant du contrat.

Les limites ci-dessus ne s'appliquent pas aux allégations en contrefaçon, aux dommages corporels ou aux dommages aux biens matériels, mobiliers ou immobiliers dont BRGM Formation serait responsable dans les conditions de droit commun.

BRGM Formation n'est en aucun cas responsable :

- des dommages dus à l'inexécution par le client de ses obligations ;
- des dommages indirects, matériels ou immatériels consécutifs à son intervention, l'utilisation de son enseignement se faisant sous la seule direction, contrôle et responsabilité du client, même si BRGM Formation a eu connaissance de la possibilité de survenance de tels dommages.

Le client et BRGM Formation conviennent expressément que tout préjudice financier ou commercial (par exemple perte de bénéfices, perte de commandes, trouble commercial quelconque) ou toute action dirigée contre le client par un tiers, constitue un dommage indirect et, par conséquent, n'ouvre pas droit à réparation.

## 7 - Litiges et attribution de compétence

Aucune action, quels qu'en soient la nature, le fondement ou les modalités, née d'un contrat se référant à la présente, ne peut être intentée par les parties plus de deux ans après l'apparition de son fait générateur ou en cas de non-paiement, plus de deux ans après la plus tardive des deux dates suivantes : celle du dernier paiement ou celle de la dernière facture impayée.

En cas de différend entre les parties sur l'exécution de cette convention, une procédure de règlement à l'amiable sera mise en œuvre. Si une contestation ou un différend n'ont pu être réglés à l'amiable, les tribunaux du ressort de la Cour d'appel de Paris seront seuls compétents pour connaître le litige.



**Service de la communication et des éditions du BRGM**

**Conception & réalisation graphique:** [www.enola-creation.fr](http://www.enola-creation.fr)

**Impression:** Fabrègue imprimeur

Imprimé par un imprimeur Imprim'Vert sur du papier provenant  
de forêts durablement gérées.

**N° ISBN:** 978-2-7159-2654-7

**Crédits photos:** © BRGM

**Couverture:** Atelier de terrain dans le cadre d'une formation BRGM (Alpes, 2010).  
© BRGM - Johann Tuduri

## Renseignements et inscriptions :

BRGM Formation  
3, avenue Claude-Guillemin  
BP 36009  
45060 Orléans cedex 2

Tél. : 02 38 64 37 91  
E-mail : [brgmformation@brgm.fr](mailto:brgmformation@brgm.fr)

Inscrivez-vous sur :  
<http://www.brgm.fr/inscription-formation>

Retrouvez tous nos thèmes de formation sur :  
<http://formation.brgm.fr>

 **brgm**formation



MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE,  
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR  
ET DE LA RECHERCHE

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT,  
DE L'ÉNERGIE ET DE LA MER

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE,  
DE L'INDUSTRIE ET DU NUMÉRIQUE

