

Master Sciences de la Terre, des Planètes et de l'Environnement  
**Parcours Géophysique Appliquée (GPA)**  
 Organisation de la formation



## 1. Contacts

Équipe enseignante :

<p><b>Responsable du parcours :</b>  <b>Dr. Aude Isambert</b>                  Équipe IPGP – Paléomagnétisme                  Tél. : 01 83 95 74 94  <a href="mailto:isambert@ipgp.fr">isambert@ipgp.fr</a></p>	<p><b>Responsable du Master STPE :</b>  <b>Pr. Vincent Busigny</b>                  Équipe IPGP – Géochimie des isotopes stables                  Tél. : 01 83 95 74 34  <a href="mailto:busigny@ipgp.fr">busigny@ipgp.fr</a></p>
---	---

Équipe administrative :

<p><b>Scalarité du Master STPE :</b>                  IPGP - Université de Paris                  Bureau P35                  1 rue Jussieu                  75238 Paris cedex 05                  Tél. : +33 1 83 95 78 23  <a href="mailto:scol-pro@ipgp.fr">scol-pro@ipgp.fr</a></p>	<p><b>Responsable administrative UFR STEP-IPGP :</b>  <b>Zarie ROUAS</b>                  IPGP - Université de Paris                  1 rue Jussieu                  75238 Paris cedex 05                  Tél. : +33 1 83 95 75 70 ou 01 57 27 84 92  <a href="mailto:zarie.rouas@univ-paris-diderot.fr">zarie.rouas@univ-paris-diderot.fr</a></p>
---	---

Site web de la formation :

<http://www.ipgp.fr/fr/master/geophysique-appliquee>

## 2. Planning 2022/2023 de la formation

**EN 2023/2024, SEUL LE M2 EST OUVERT.**

2023				2024								
septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre
35	40	44	49	1	6	10	14	18	23	27	32	
36	41	45	50	2	7	11	15	19	24	28	33	
37	42	46	51	3	8	12	16	20	25	29	34	
38	43	47	52	4	9	13	17	21	26	30	35	
39		48		5				22		31		
	Université											
	Entreprise	35	Fin de formation : vendredi 1 septembre 2023									
	Entreprise (vacances scolaires)											
date de début de formation : 1 septembre 2023												
date de fin de formation : 30 août 2024												

**Fig. 1** Calendrier prévisionnel de l'alternance (sous réserve de modifications).

### 3. Une formation ouverte à l'alternance sous contrat de professionnalisation

#### Les objectifs de la formation

Le master *Géophysique appliquée* est un parcours à finalité professionnelle. Il a pour objectif de former les professionnels de demain de la prospection géophysique, du génie civil et de la gestion de l'environnement. Il forme aux méthodes quantitatives de la géophysique, aux méthodes de prospection, d'imagerie géophysique (sismique, électrique, électromagnétique, gravimétrique, magnétique, radar), à l'acquisition de données et leur traitement mathématique, à la modélisation des processus physiques et chimiques en les appliquant à la connaissance du sol et du sous-sol. La surveillance de la Terre depuis l'espace, les mouvements de l'eau en surface, l'exploration du sous-sol, par levée géophysique, par diagraphie, ou bien encore les contraintes géologiques du stockage et des risques industriels sont les thèmes majeurs développés dans cette spécialité.

La spécialité GPA permet :

- de former les professionnels de demain de la prospection géophysique, de la géotechnique, du génie civil, et de l'ingénierie de l'environnement (géothermie).
- de tisser des liens forts avec les milieux professionnels de la géophysique appliquée (stages, emplois, R&D).
- d'assurer des débouchés variés au niveau cadre aussi bien dans de grandes entreprises internationales de géophysique de prospection que dans des bureaux d'études ou de petites entreprises de géophysique appliquée spécialisées dans le domaine de la géotechnique ou du génie civil.

**Le parcours GPA est ouvert à l'alternance en M2 uniquement.** Il permet aux étudiants de se former dans le cadre d'un contrat de professionnalisation.

#### Le contrat de professionnalisation

Le contrat (CERFA), qui peut être conclu en CDI ou en CDD de 6 mois à 3 ans, est signé entre un jeune de 16 à 26 ans ou un demandeur d'emploi d'au moins 26 ans et une entreprise privée. Une convention est ensuite signée entre l'alternant, l'entreprise et l'Université.

Peuvent également souscrire au contrat de professionnalisation les bénéficiaires du RSA, de l'allocation de solidarité spécifique (ASS), de l'allocation aux adultes handicapés (AAH), les personnes ayant bénéficié d'un contrat unique d'insertion (CUI), les étudiants étrangers titulaires de la carte de séjour temporaire ou pluriannuelle.

Des informations détaillées sont disponibles sur le site de notre partenaire **FORMASUP** PARIS IDF.

Source : <https://www.formasup-paris.com/pages/contrat-de-professionnalisation>



## 4. Programme du parcours GPA (M2)

Le détail des UEs est disponible en ligne : <https://www.ipgp.fr/la-formation/masters/>

M2 GPA					
Semestre	Intitulé de l'UE	responsable de l'UE	ECTS	Coeff.	Volume horaire présentiel
1	Gestion de projet / création d'entreprise	Aude Isambert	3	1	29
1	Imageries géophysiques - diagrapie	Aude Isambert	3	1	35
1	Imageries géophysiques – électrique, électromagnétique et radar	Frédéric Girault	3	1	38
1	Imageries géophysiques – magnétisme et gravimétrie	Gwendoline Pajot Métivier	3	1	38
1	Imageries géophysiques - sismique	Hélène Carton	3	1	44
1	Problèmes inverses	Vincent Lesur	3	1	38
1	Stage d'instrumentation en géophysique avancée	Nobuaki Fuji	3	1	35
1	Stage de sismique marine	Hélène Carton	3	1	42
2	Stage/alternance en entreprise	Aude Isambert	30	10	-
<b>Total (hors options)</b>			<b>54</b>		<b>299</b>

M2 GPA – modules optionnels (2 options au choix)					
Semestre	Intitulé de l'UE	responsable de l'UE	ECTS	Coeff.	Volume horaire présentiel
1	Stabilité des pentes et des ouvrages	Fabian Bonilla	3	1	24
1	Métiers et missions géotechniques ( <i>à confirmer</i> )	Aude Isambert	3	1	24
1	Géothermie	Sophie Violette	3	1	23
1	Systèmes d'informations géographiques (SIG)	Patrick Meunier	3	1	24
1	Data sciences	Antoine Lucas	3	1	28

UEs tronc commun	299
UES optionnelles (2)	50
Examens	30
<b>TOTAL (h)</b>	<b>379</b>

Fig.3 Maquette M2.

## 5. Programme détaillé des enseignements

### M2 G2S

UEs tronc commun

Intitulé	Contenu	Compétences visées
<b>Gestion de projet et création d'entreprise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Initiation au montage de projets et à leur gestion, aussi bien administrative que financière.</li> <li>• Création d'entreprises : mode d'emploi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Savoir lancer et répondre à un appel d'offre</li> <li>• Apprendre à conduire et gérer un projet</li> <li>• Connaître les différentes étapes de la création d'une entreprise</li> <li>• Savoir élaborer une étude de marché</li> </ul>
<b>Imageries géophysiques - Diagraphies</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepts de base</li> <li>• Forages</li> <li>• Principes de mesure et outils</li> <li>• Contrôle qualité des mesures</li> <li>• Interprétation des logs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpréter des diagraphies en termes de pétrophysique</li> <li>• Interprétation Quick Look</li> <li>• Correction d'argilosité et d'effets d'hydrocarbures</li> <li>• Interprétation des réservoirs « Shaly Sands »</li> <li>• Interprétation des réservoirs à lithologies complexes</li> </ul>
<b>Imageries géophysiques - Imagerie électrique, électromagnétique et radar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rappels sur la propagation des ondes électriques et EM dans les milieux géologiques</li> <li>• Résistivité électrique</li> <li>• Principe et applications des méthodes de prospection géoélectrique, de polarisation provoquée et de prospection électromagnétique</li> <li>• Méthode du potentiel spontané</li> <li>• Méthodes d'acquisition GPR (mono/multioffsets)</li> <li>• Analyses des radargrammes</li> <li>• Migration / inversion linéaire</li> </ul> <p>Combinaison/comparaison avec des méthodes géophysiques de subsurface</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Connaître les différentes méthodes permettant de déterminer la conductivité électrique de la subsurface, leurs domaines spécifiques d'application et leur profondeur</li> <li>• Comprendre des différents signaux EM (réfraction tardives, ondes directes, etc ..)</li> <li>• Analyser et interpréter <i>in situ</i> des radargrammes sans outils mathématiques <i>a priori</i> (archéo, géotechnique, etc ...)</li> <li>• Connaître les outils et les approches de modélisations des formes d'ondes (différences finies, GPRmax, etc... )</li> <li>• Inversion simple de la permittivité diélectrique complexe pour remonter à la teneur en eau.</li> </ul> <p>Première utilisation d'un GPR</p>
<b>Imageries géophysiques - Imagerie magnétique et gravimétrique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Champs potentiels gravimétriques/magnétiques</li> <li>• Modèle et anomalie</li> <li>• Acquisition</li> <li>• Analyse : transformées et inversions</li> <li>• Anomalie de Bouguer et interprétation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprendre les propriétés essentielles des champs potentiels</li> <li>• Comprendre les champs d'application possibles et performants</li> <li>• Se familiariser avec les outils usuels de traitement</li> <li>• Evaluer les contributions possibles à l'erreur (mesure, traitement, interprétation)</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mettre en œuvre un protocole strict pour la réalisation d'une étude (de la préparation du levé à la livraison du résultat de l'étude)</li> </ul>
<b>Imageries géophysiques – Imagerie sismique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inversion acoustique et élastique (calage puits-sismique et extraction d'ondelette, construction du modèle a priori, algorithme d'inversion)</li> <li>• Caractérisation (données de puits, paramètres élastiques, prédiction de porosité, classification de lithologies)</li> <li>• Caractérisation de réservoirs fracturés (attributs sismiques, Analyse de facies sismiques et interprétation des facies)</li> <li>• Interprétation sismique (calage puits/sismique, conversion temps profondeur/modèle de vitesse, détermination des prospects)</li> <li>• Introduction à la géologie structurale (contexte extensif, compressif, décrochement)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acquisition et traitement des données sismiques</li> <li>• Analyse et interprétation des profils sismiques</li> </ul>
<b>Stage d'instrumentation géophysique avancé</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en œuvre pratique sur le terrain de chaînes de mesures géophysiques: profils sismique, gravimétrique, magnétique, électrique, radar.</li> <li>• Réduction, représentation et interprétation des mesures effectuées</li> <li>• Élaboration de rapports de missions et d'interprétation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en œuvre de mesures géophysiques sur le terrain</li> <li>• Manipulation d'instruments de mesures géophysiques</li> <li>• Appréhension des limites expérimentales</li> <li>• Mise en forme de données expérimentales</li> <li>• Produire un rapport de synthèse</li> </ul>
<b>Stage de sismique marine</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principes de la sismique réfraction et de la sismique réflexion en mer</li> <li>• Méthodes d'acquisition</li> <li>• Traitement des données</li> <li>• Interprétation</li> <li>• Sorties en mer à bord du N/O Tethys</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Connaissance des principes de la sismique marine</li> <li>• Connaissance des moyens de traitement</li> <li>• Expérience des missions en mer</li> </ul>
<b>Problèmes inverses</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Définition et typologie des problèmes inverses.</li> <li>• Formulation probabiliste Bayésienne, éléments de théorie de l'information. Prise en compte de l'information <i>a priori</i> et importance du paramétrage choisi. Détermination de la fonction de vraisemblance. Fusion de données et enchaînement de problèmes inverses. Prise en compte de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulation d'une analyse de données sous forme d'un problème inverse.</li> <li>• Identification des informations disponibles et choix d'un paramétrage pertinent.</li> <li>• Adaptation d'algorithmes au cas traité.</li> </ul>

	<p>problèmes directs imprécis ou empiriques. Méthodes de bootstrap et de validation croisée.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Présentation d'algorithmes ayant de larges domaines d'application: et application de ces algorithmes en traitement du signal, géophysique, hydrologie, géochimie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse critique des résultats obtenus.</li> </ul>
<p><b>Stage en entreprise / Période d'alternance en entreprise – M2 G2S</b></p>	<p><b>Stage/alternance en entreprise</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Réalisation d'un stage technique de 6 mois en entreprise ou en bureau d'étude, dans un service opérationnel, ou dans un laboratoire de recherche et développement.</li> <li>L'étudiant est suivi par un référent universitaire et un tuteur de stage (dans l'entreprise ou le laboratoire d'accueil).</li> </ul> <p><b>Conduite de projet professionnel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Présentation des techniques de recrutement au sein des entreprises</li> <li>Aide à la rédaction de CVs, lettres de motivation</li> <li>Réflexion sur le projet professionnel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mise en pratique et application à des problèmes professionnels des compétences acquises lors de la formation dans les domaines de conseil en environnement, de l'énergie, de la géophysique appliquée, de la recherche pétrolière et minière.</li> <li>Découvrir et comprendre le monde de l'entreprise à travers une première expérience professionnelle.</li> <li>Acquérir de nouvelles compétences afin d'agrémenter son CV et faciliter son insertion sur le marché de l'emploi</li> <li>Savoir rédiger une lettre de motivation et un CV</li> </ul>

## M2 GPA

### UEs optionnelles

Intitulé	Contenu	Compétences visées
<p><b>Géothermie</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Généralités sur les transferts de chaleur et la ressource géothermique globale : chaleur de la Terre, modes de transfert, localisation des anomalies</li> <li>Généralités sur les systèmes géothermiques : anomalies thermiques ; convection hydrothermale, dynamique des systèmes, modélisation numérique; application au réservoir de Soultz-sous-Forêts</li> <li>Géothermie très basse enthalpie : usages ; différents types d'échangeurs superficiels ; pompes à chaleur géothermiques et systèmes associés ; dimensionnement des échangeurs ; installations en champs de sondes ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Connaissance des transferts de chaleur dans le proche sous-sol (0-5 km)</li> <li>Connaissance des techniques d'exploration, d'exploitation, de production et de surveillance de la ressource géothermique</li> </ul>

	<p>intérêt du test de réponse thermique</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Géothermie moyenne enthalpie : utilisation directe de la chaleur ; notions sur les réseaux de chaleurs ; exploitation des aquifères profonds ; cas du Dogger du Bassin Parisien ; exploitation par doublets ; problèmes de corrosion, interférences ; gestion durable de la ressource ; développements possibles</li> <li>• Géothermie haute enthalpie, réservoirs naturels : caractéristiques d'un système géothermique haute température ; source de chaleur, réservoir naturel et expressions de surface ; études de cas ; système de Bouillante (Guadeloupe) , en contexte d'arc actif; systèmes de la Taupo Volcanique Zone (Nouvelle Zélande) en contexte d'arrière arc actif; ingénierie de réservoir, comportement des puits, gestion du champ</li> <li>• Géothermie haute enthalpie, réservoirs stimulés : présentation des EGS et du projet Soultz ; gestion partagée du sous-sol ; problèmes de corrosion et de surface, etc. ; sismicité induite ; lessivage des granites ; monitoring</li> </ul>	
<p><b>Géotechnique – Métiers et missions géotechniques</b> <i>(à confirmer)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Panorama des missions d'ingénierie géotechnique (classification, missions types, rapport géotechnique, norme associée)</li> <li>• risques juridiques associés (litiges)</li> <li>• aspects sécurité</li> <li>• désordres et pathologies associés à une mauvaise étude de sol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Appréhender les différentes étapes de la réalisation d'une mission géotechnique dans le secteur privé et les contraintes juridiques associées</li> <li>• Connaître les pathologies associées à une mauvaise étude de sol</li> </ul>
<p><b>Géotechnique – Stabilité des pentes et des ouvrages</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mécanique et dynamique des sols</li> <li>• Sensibilité aux forçages externes</li> <li>• Théorie du calcul de stabilité des pentes</li> <li>• Analyse de la stabilité des ouvrages</li> <li>• Vulnérabilité des structures</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compréhension des processus physiques et mécaniques impliqués, quantification des processus</li> <li>• Maîtrise des outils mathématiques et numériques sous-jacents</li> <li>• Connaissance de base de probabilités pour le calcul d'incertitudes</li> </ul>
<p><b>Systèmes d'informations géographiques (SIG)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Initiation à l'outil SIG via ArcGIS</li> <li>• Création d'une base de données SIG (géologie, bathymétrie, géodésie, sismicité, taux d'érosion, taux de précipitation)</li> <li>• Production de cartes et résultats statistiques</li> <li>• Application aux géosciences via l'étude de l'orogène taïwanais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maîtriser les fonctionnalités essentielles d'ArcGIS</li> <li>• Comprendre la mise en relation de divers types d'information via une base de données</li> <li>• Réaliser une carte</li> <li>• Produire des résultats statistiques</li> <li>• Savoir mener une réflexion cohérente sur les différents processus géologiques impliqués</li> </ul>

<b>Data sciences</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Régression</li><li>• Machine learning</li><li>• Deep Learning</li><li>• Clustering</li><li>• Réseau de neurones</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Savoir calibrer un instrument (séries temporelles)</li><li>• Savoir inverser des données</li></ul>
----------------------	---	--