



Le domaine professionnel

La «recherche» au sens le plus large, concerne, en Géosciences, un énorme éventail d'activités professionnelles, d'une part, par son *champ d'application* des plus vastes - la Planète Terre-, et, d'autre part, par la multitude des *outils* qu'elle utilise et/ou développe. Parmi cet ensemble, le présent document se focalise plus sur l'aspect *connaissance* (« académique » si l'on veut) et ses liens avec les applications dans le fonctionnement concret de nos sociétés.

Les objets appréhendés ont des échelles extrêmement variables: du minéral à la chaîne de montagne (de la nano-sonde au satellite), des processus actuels à ceux vieux de 4 milliards d'années. Les chercheurs, enseignants-chercheurs, ingénieurs et enseignants, sont concernés par des moyens techniques d'investigations et aussi par des régions ou lieux particuliers, souvent regroupés sous le terme « chantiers ». Certaines investigations très lourdes (logistique et financement) ne sont faites que dans des cadres internationaux ; citons en particulier le programme de carottage des fonds océaniques, initié au début des années 70, et qui poursuit sa moisson de données.

Bases de classement des activités

Même si certaines recherches apparaissent très fondamentales ou purement « académiques », la frontière avec des domaines plus appliqués est souvent facilement franchissable (par les objets concernés comme par les outils d'analyse utilisés). Le fort développement des filières universitaires professionnalisantes a renforcé l'interpénétration entre les aspects «fondamentaux» et « appliqués » (parfois distingués un peu artificiellement). Ces filières impliquent une participation forte, aux enseignements, de géologues du monde industriel (Compagnies Pétrolières, Sociétés Minières, Sociétés et Bureaux d'Etudes en Géotechnique, Géophysique appliquée, Hydrogéologie, etc.) et des Collectivités Territoriales (aspects sociétaux, économiques, juridiques, etc.).

De grands organismes à vocation plus directement industrielle et économique comprennent des laboratoires de secteurs recherche fondamentale: Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA), Commissariat à l'énergie atomique (CEA), Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM), etc. Ces liens entre les différents acteurs de la recherche en géosciences tiennent à la fois aux *instruments* de laboratoire et à des *besoins en connaissances*.

Par ailleurs, les dernières décades ont conduit la géologie à se rapprocher – par les concepts et par les outils analytiques - de la physique (sismologie, mécanique des solides, mécanique des fluides et des milieux granulaires, etc.) de la chimie (géochimie, hydrochimie) et des démarches associées: formulation informatique et modélisation numérique. Un rapprochement important s'est également développé avec la biologie (application de la

biologie moléculaire et de la biochimie en paléontologie) et la microbiologie (rôle des bactéries dans les processus de minéralisation et dans la transformation de la matière organique, notamment).

Le lien Enseignement supérieur/Recherche, traditionnel et très fort, est double :

- pour le contenu : la pratique de la recherche permet de « mesurer l'écart » entre un document théorique « livresque » et la donnée concrète (expérimentation, échantillon, mesure, précision, etc.) ; cette double connaissance est indispensable pour inciter à développer un esprit critique chez les étudiants et les élèves; à ce titre, beaucoup de professeurs de Classes Préparatoires CPGE (BCPST) sont titulaires d'un Doctorat ou d'un DEA ;
- pour les structures de fonctionnement : notamment les Unités Mixtes de Recherche (UMR) du CNRS incorporées aux Universités, etc.

Parmi beaucoup de possibilités de classement des activités et emplois, on peut proposer les regroupements suivants :

- le *domaine de connaissance* auquel elles contribuent : fonctionnement interne du globe, déformation des roches, cinématique des plaques, évolution superficielle (érosion, climats, reliefs), genèse de gisements (minerais, énergie), propriétés des « géomatériaux », évolution du monde vivant en liaison avec le monde minéral et la géodynamique, etc.
- le *type d'activité*, du plus théorique au plus concret : modélisation mathématique, télédétection, acquisition et interprétation d'imagerie du sous-sol, analyse d'image, mesures physiques sur sondage, microchimie, cartographie par observation directe, etc.
- leur *place sociétale* : de la diffusion large de la connaissance (cours, conférences, séminaires, médias, etc.) à la recherche confidentielle (prospections, mise au point de procédés analytiques).

Acteurs : types d'organismes

Dans le domaine des sciences de la Terre, la recherche et l'enseignement supérieur sont souvent associés ; les acteurs (chercheurs, enseignants-chercheurs, ingénieurs) étant regroupés en laboratoires ou équipes et sur des sites communs. La situation est un peu différente pour le domaine industriel ou appliqué.

En résumé, les emplois concernés se distribuent dans :

- les organismes nationaux à vocation de recherche « académique » (Établissements publics à caractère scientifique et technologique (EPST) ;
- les organismes nationaux à vocation mixte (théorique, appliquée, économique) :



Etablissements publics à caractère industriel et commercial (EPIC) ;

- des grands groupes industriels (énergie, mines, eau) ou des petites et moyennes entreprises (matériaux, géotechnique, etc.) ;
- des collectivités territoriales (eau, risques naturels).

Aux côtés de ces acteurs, les professeurs de sciences de la Vie et de la terre (SVT) ont la charge de faire connaître la discipline et d'initier les élèves (collèges et lycées) à ses objets et méthodes d'analyse.

Les géologues dans la Recherche scientifique et l'Enseignement : aspects quantitatifs.

Au sein des grands organismes nationaux, les géosciences sont regroupées avec l'astronomie et l'astrophysique dans le secteur sciences de l'Univers (SDU). Si on ajoute à cet ensemble les personnels universitaires, les chercheurs, enseignants-chercheurs, et ingénieurs de recherche travaillant dans le domaine de la géologie représentent en France un peu moins de 2 000 emplois.

Un autre indicateur de la place des géologues est la production de publications : environ 150 revues et journaux internationaux concernent les géosciences (notamment dans l'ensemble des titres du groupe Elsevier).

Même si les activités géologiques au sein de l'industrie pétrolière se sont réduites (diminution de l'exploration, recherches pour l'amélioration de l'exploitation) les équipes chargées des études de bassins (terrain, imagerie, sondage, laboratoire) restent importantes et se renouvellent.

Formations d'origine et diversité des postes occupés

Les formations d'origine pour les géologues impliqués dans la recherche scientifique suivent la dualité du système français : d'une part, des cursus universitaires, et, d'autre part, un petit nombre d'Ecole d'ingénieurs partiellement spécialisées dans le domaine. La diminution (voire la disparition) d'activités minières a conduit certaines Ecoles des mines (comme Alès, Douai, Saint-Étienne) à ré-orienter leurs formations.

Concrètement, les activités liées à la filière sont très variées mais s'exercent pour la grande majorité sur un petit nombre de types d'emploi ou de statut. Le choix d'une base de classement des différentes activités est vaste ; on peut proposer :

- l'importance relative de l'aspect connaissance et de l'aspect économique (classement par rapport à la position sociétale) ;
- la part des tâches de diffusion/communication et/ou de formation ;
- la mobilité (abondance de missions/déplacements *versus* travail très sédentarisé de laboratoire).

C'est cette diversité que les fiches métiers ci-jointes se proposent d'illustrer plus en détail.



Définition du domaine

Le développement actuel de la recherche en sciences de la Terre peut se subdiviser en trois grandes tendances :

- une évolution des grands sous-domaines classiques (pétrologie, minéralogie, tectonique, paléontologie, sédimentologie, *etc.*) par le développement et/ou l'utilisation de **nouveaux outils analytiques et/ou conceptuels**. Citons: la spectrométrie de masse et les mesures isotopiques, les analyses *in situ* (cristaux, échantillons) sur des micro- et des nano-volumes, les systèmes de mesures et d'enregistrements *in situ* (sondages, fonds marins), l'imagerie satellitaire, l'imagerie acoustique du sous-sol (dont la 3D), les différentes méthodes de datation absolue, la géodésie satellitaire (applications tectoniques), la stratigraphie séquentielle, *etc.* Pour toutes ces approches, les traitements informatiques (souvent programmés spécifiquement) permettent la prise en compte de gros volumes de données, des analyses statistiques, et des modélisations numériques ;
- des **approches pluridisciplinaires**, notamment par combinaison de ces domaines avec des disciplines autres que la géologie. Citons: la mécanique des solides, la chimie des fluides interstitiels, et la tectonique; la climatologie, l'astronomie, et le décryptage des archives sédimentaires; la thermodynamique, la chimie, et la pétrologie des roches magmatiques et métamorphiques; la microbiologie et la pétrologie des carbonates; la mécanique des fluides et des milieux granulaires, la sédimentologie et la volcanologie; la morpho-tectonique, *etc.* ;
- l'apparition de **domaines nouveaux** : planétologie comparée et cosmochimie (liée parfois à l'astrobiologie), biogéochimie, *etc.*

L'ensemble des phénomènes profonds et superficiels sont traités sous un angle **continu** (bilan long terme) et **instantané** (cinématique de failles et séismes, par exemple). Beaucoup de processus sont abordés avec un aspect **prédictif** (formation de remplissages sédimentaires et présomption de formation d'hydrocarbures, par exemple). Beaucoup de grands programmes de recherche associent des sciences humaines (sociologie, archéologie, histoire); les aspects sociétaux des recherches sur les risques naturels sont un exemple. Enfin, soulignons que beaucoup des domaines d'investigation ont, de près ou de loin, des implications industrielles et économiques, et que, partant, une partie des résultats ne sont pas publiés dans des revues scientifiques.

Pour beaucoup de ces domaines présentés sous l'angle « académique », les **applications** (industrielles, sociétales) sont menées, soit en liaison avec des entreprises ou organismes dont c'est la vocation (*via* des contrats de recherche et/ou des financements de thèses), soit directement au sein d'équipes mixtes. Citons, à titre d'exemples : l'imagerie sismique développée par et pour l'industrie pétrolière et devenue un puissant outil de

recherche fondamentale, le génie parasismique qui fait appel tant à la sismologie fondamentale qu'à l'ingénierie du bâtiment, la métallogénie depuis ses aspects minéralogiques et géochimiques pointus jusqu'aux techniques d'exploitation.

Formations

Dans les établissements publics à caractère scientifique et technologique (EPST) et les établissements publics à caractère industriel et commercial (EPIC), les statuts de chercheur sont *grosso modo* parallèles à ceux des enseignants-chercheurs, avec des équivalents des deux grades principaux (Maître de Conférences et Professeur *versus* Chargé de Recherche et Directeur de Recherche).

Pour l'accès aux postes de Chargé de recherche (Centre national de la recherche scientifique, CNRS ; Institut de recherche pour le développement, IRD ; Institut National de la Recherche Agronomique, INRA) ou Physicien-adjoint d'observatoire (Institut de physique du globe de Paris, IPGP ; Observatoire des sciences de la Terre et de l'Univers de Grenoble, OSUG, Observatoire Midi-Pyrénées, Observatoire de Paris, Astronomie, Astrophysique), la formation est identique à celle des enseignants-chercheurs : Master, Diplôme d'ingénieur et Master 2, obtention d'un Doctorat, stages post-doctoraux, premières publications internationales. Les différents niveaux de formation cités sont dispensés dans la plupart des universités, dans les Écoles normales supérieures de Paris et Lyon, et dans les Écoles d'ingénieurs orientées vers les géosciences (École nationale supérieure de géologie, ENSG ; École nationale supérieure des mines de Paris, ENSMP ; École nationale supérieure du pétrole et des moteurs, ENSPM ; École et Observatoire des sciences de la Terre de Strasbourg, EOST).

En plus des laboratoires de recherche des EPST, les thèses peuvent être préparées au sein d'un EPIC : Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA), Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM), Institut français du pétrole (IFP), Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER), Laboratoire central des ponts et chaussées (LCPC), ou dans l'industrie (compagnies pétrolières et minières, industrie des géomatériaux).

À la différence des enseignants-chercheurs, les recrutements sont faits par des commissions nationales qui se chargent également d'orienter les emplois vers des thèmes de recherche considérés comme prioritaires.

S'agissant des chercheurs des départements Recherche et Développement du secteur industriel privé, les formations initiales demandées sont les mêmes, avec une place plus grande accordée aux formations d'ingénieur.



Tâches

Dans les grands organismes de recherche et les universités, la frontière entre la fonction de Chercheur et celle de Directeur de recherche ne recouvre souvent qu'une différence de grade. De fait, la pratique personnelle de la recherche se double rapidement (souvent durant la thèse) de l'*encadrement* de travaux de recherche à tous niveaux (stages de licence ou de Master, en laboratoire ou sur le terrain). La direction *officielle* de travaux de recherche (encadrement de thèse, participation à jury de thèse) a plusieurs formes :

- promotion Chargé de recherche / Directeur de recherche au CNRS ou autres EPST ;
- obtention de l'Habilitation à diriger des recherches pour les Enseignants-chercheurs ;
- promotion Maître de conférences / Professeur.

L'acquisition de ces emplois permet souvent de prendre plus d'initiative au niveau de la gestion de programme ou d'équipe de recherche.

Une très grande diversité des tâches caractérise ces activités, identiques pour l'essentiel à la fonction « recherche » des enseignants-chercheurs universitaires. Beaucoup de chercheurs pratiquent la dualité traditionnelle terrain-laboratoire.

La partie « terrain » au sens le plus large (incluant les campagnes océanographiques et les sondages) concerne à la fois différents types de mesures (physiques, géométriques) et d'échantillonnages (roches, sédiments meubles, fluides).

La partie « laboratoire » au sens large est très variée: depuis des travaux de chimie analytique très spécifiques jusqu'à des traitements informatiques lourds sur des images ou des données numériques (avec calculs itératifs notamment). L'aspect « laboratoire » peut représenter la totalité des activités, vers le développement analytique et/ou l'application d'une technique à une problématique, le tout en synergie au sein d'une équipe. Comme les enseignants-chercheurs, les chercheurs des organismes publics publient leurs résultats sous forme d'articles dans des revues internationales, et peuvent être amenés à déposer des brevets.

Une partie des chercheurs travaillent au sein d'unités mixtes de recherche (UMR) associant un organisme de recherche (CNRS ; IRD ; Institut national de la recherche agronomique, INRA ; Commissariat à l'énergie atomique, CEA ; IFREMER ; BRGM ; IFP ; Observatoires) à une université. Une autre partie développe ses activités dans des équipes et locaux propres de ces instituts de recherche. Les géologues travaillant dans les départements R.&D. des entreprises industrielles (hydrocarbures notamment) sont issus des mêmes types de formation et peuvent développer des activités identiques et/ou des investigations directement tournées vers la prospection et la mise au point de techniques de caractérisation et de mesures, ou l'élaboration de modélisations.

Les activités de gestion (finances, relations internationales, personnel, locaux, moyens analytiques) peuvent prendre une part importante en fonction des étapes de carrière et des affinités personnelles. Elles concernent surtout le fonctionnement des unités de recherche: préparation des contrats quadriennaux, réponses aux appels d'offre régionaux, nationaux, et internationaux, rédaction des bilans et rapports, établissement de conventions ou contrats de recherche, etc. La relecture critique (« *review* ») d'articles pour les revues de géologie fait aussi partie des tâches du chercheur.

Perspectives d'évolution

S'agissant des chercheurs des organismes de recherche publics (EPST, EPIC), le nombre d'emplois disponibles évolue peut. Inversement, les spécialités et compétences requises suivent rapidement l'évolution, à la fois de l'instrumentation et des grandes questions scientifiques et sociétales ; ainsi, le CNRS a créé récemment un Département « Environnement et Développement durable » équivalent au Département « Mathématique, Physique, Planètes, et Univers ».

Une partie des jeunes chercheurs effectuant un post-Doctorat à l'étranger (États-Unis, Canada, Australie, Allemagne, Suisse, Royaume-Uni, etc.) y trouvent un emploi, et les mobilités temporaires dans l'Union européenne (UE) se développent. La recherche en milieu industriel suit les grands domaines en développement (énergie, eau, déchets radioactifs, géomatériaux à applications aux hautes technologies, génie civil).



Définition du domaine

L'activité principale de l'enseignant-chercheur en sciences de la Terre combine – comme pour les autres disciplines scientifiques – des travaux de *recherche personnelle* et des *enseignements* allant du niveau Licence (Bac +1/+3) à la formation doctorale (Bac +6/+8). Ces enseignements et les recherches qui les sous-tendent concernent :

- les grandes problématiques fondamentales et appliquées (industrielles, économiques): dynamique terrestre profonde et déformations à toutes échelles; évolution superficielle (interaction avec l'atmosphère, l'eau, et le vivant) ; évolution et rôle de la biosphère; genèse, propriétés, et utilisation des géomatériaux; énergies fossiles et renouvelables; stabilité du sous-sol; eau et glace; risque naturels d'origine interne, externe ou mixte (sismicité, volcanisme, glissements, catastrophes climatiques), etc. ;
- leurs outils analytiques : caractérisation minéralogique, mécanique, physique, chimique, et isotopique des géomatériaux (eau, glace, gaz atmosphériques, et biomasse compris) ; imagerie géophysique du sous-sol et imagerie satellitaire ; géodésie ; analyses géométriques et de séries temporelles ; modélisations analogiques et numériques. Les enseignements pratiques en laboratoire et sur le terrain ont une grande importance, ainsi que l'informatisation dans l'acquisition et l'utilisation des données.

Formations

L'accession au poste de Maître de conférences dans les Universités et Écoles passe par trois étapes :

- l'obtention d'un **Doctorat**,
- la **qualification**, sur dossier, par les sections concernées du Comité national des universités,
- le **recrutement**, après audition, par une Commission de spécialistes (enseignants-chercheurs et chercheurs) dépendant de l'établissement proposant l'emploi.

La préparation du Doctorat est généralement précédée d'un cursus Licence-Master (Bac+3 et +5) dans une université, ou d'un équivalent en école d'ingénieurs. Pour la qualification, les travaux de recherche de la thèse doivent avoir fait l'objet d'au moins une *publication* internationale. Compte tenu du nombre limité de postes disponibles chaque année, une expérience supplémentaire (en recherche et en enseignement) est souvent nécessaire; un *stage post-doctoral* d'un an ou deux dans un centre de recherche ou une université étrangère renforce les possibilités de recrutement.

Les formations en géosciences au niveau mentionné sont dispensées dans la plupart des universités ainsi que dans les Écoles normales supérieures de Paris et Lyon, et dans les Écoles d'ingénieur orientées vers les géosciences (École nationale supérieure de géologie, ENSG ; École nationale

supérieure des mines de Paris, ENSMP ; École nationale supérieure du pétrole et des moteurs, ENSPM). Au niveau Master et Doctorat, les formations peuvent être dispensées conjointement par une école et une université du même site.

L'accession à la fonction de Professeur passe par l'obtention d'une **Habilitation à diriger des recherches** (HDR) et la sélection, après qualification, par l'établissement proposant l'emploi. Peuvent être recrutés :

- des maîtres de conférences sur la base de leur expérience en enseignement et du développement de leur recherche ;
- des chercheurs (chargés de recherches : Centre national de la recherche scientifique, CNRS ; Institut de recherche pour le développement, IRD ; Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer, IFREMER ; Institut national de la recherche agronomique, INRA, etc.) ;
- des spécialistes issus d'organismes ou entreprises à vocation industrielle et ayant obtenu l'HDR.

Rappelons que les différents postes sont ouverts aux pays de l'Union européenne sur la base de diplômes et critères équivalents.

Tâches

S'agissant d'une activité généralement fonctionnarisée, l'**enseignement** est dispensé dans un cadre horaire statutaire annuel autour d'une moyenne de 10 à 12 heures par semaine durant 25 à 30 semaines par an, auxquelles s'ajoutent les contrôles de connaissance (examens, corrections, interrogations, etc.). La partie théorique est divisée en cours et travaux dirigés (TD), la partie pratique est dispensée en salle, sur le terrain, et en encadrant des stages individuels, dès la 3^{ème} année de licence.

La formation à la recherche se fait par le tutorat de stages de recherche de master 2^{ème} année (master recherche, le master professionnel ne conduisant pas, d'une façon générale, à l'enseignement - recherche) et par l'encadrement doctoral. S'ajoutent des enseignements destinés à la formation initiale ou continue des professeurs du second degré (collège, lycée). La vulgarisation scientifique - activité bénévole - prend des formes variées : intervention en établissement ou en centre de culture scientifique et technique (CCSTI ; exemple de la « main à la pâte »), réalisation de documents pédagogiques variés mis à disposition sur sites internet, cédéroms, ouvrages, etc.

Les activités pédagogiques s'accompagnent, à titre souvent bénévole et selon les priorités de chacun, de la gestion des filières de formation: programmes,



planning, achat et maintenance de matériel. La participation aux instances de gestion (budgets, locaux, carrières, vie étudiante, *etc.*) fait partie également des tâches bénévoles et peut représenter une part importante du temps de travail; ces fonctions (généralement électives) s'exercent dans les différents Conseils qui dirigent les Universités.

Concrètement, les activités de **recherche** peuvent prendre des formes très variées :

- se concentrer sur un développement méthodologique et analytique ou, à l'opposé, rassembler différentes approches autour d'un problème ou d'un chantier régional ;
- privilégier l'acquisition sur site (terrain, missions océanographiques, suivi de sondage, *etc.*) ou se consacrer, en laboratoire, à l'analyse d'échantillons et/ou au traitement des données ;
- développer des travaux individuels ou interagir au sein d'une équipe large.

Les recherches se développent généralement au sein d'Unités mixtes de recherche (**UMR**) associées à un établissement public à caractère scientifique et technologique (EPST : CNRS, IRD, INRA) ou un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC ; exemples : IFREMER ; Commissariat à l'énergie atomique, CEA ; Bureau de recherches géologiques et minières, BRGM ; Institut français du pétrole, IFP), et hébergées dans des locaux universitaires.

Comme pour les chercheurs, le côté « **académique** » des investigations est rarement disjoint des aspects « **appliqués** » (industriels, sociétaux), souvent par l'intermédiaire de contrats de recherche doublés de financements de thèses. Ces liens sont établis, soit avec des établissements publics à caractère industriel et commercial (EPIC), soit directement avec des entreprises, soit avec des collectivités territoriales. Ainsi, des enseignants-chercheurs et des chercheurs peuvent être directement impliqués dans des grands ouvrages (ex. du tunnel Lyon-Turin-Ferroviaire à travers les Alpes) ou des explorations de grande envergure (ex. du projet ZAIANGO sur la marge continentale ouest-africaine).

La **gestion de la recherche** fait partie des tâches collectives au sein d'une équipe ou d'un laboratoire: préparation des contrats quadriennaux, réponses aux appels d'offre régionaux, nationaux, et internationaux, rédaction des bilans et rapports, établissement de conventions ou contrats de recherche, etc. La relecture critique (« *review* ») d'articles pour les revues de Géologie fait aussi partie des tâches de l'enseignant-chercheur. Des équipes de recherche universitaires ont un statut officiel d'Equipe de Recherche Technologique (E.R.T.), en liaison avec l'industrie.

Les avancements de carrière et promotions des Enseignants-chercheurs tiennent compte, en principe, des trois volets d'activités : développement pédagogique, recherche, gestion au sens large. Le volume et la notoriété des investigations

constituent souvent le critère mis le plus en avant au niveau national, à la différence des promotions attribuées localement, basées plus sur les tâches de gestion. Au total, une grande liberté de privilégier certaines activités existe, ainsi que celle d'en changer au cours d'une carrière.

Perspectives d'évolution

Les Enseignants-chercheurs exerçant essentiellement dans les Universités (Instituts universitaires de technologie, IUT compris) et Écoles, leur nombre est partiellement lié, d'une part, à la démographie, et, d'autre part, aux grandes tendances dans les choix d'étude des lycéens. La forte chute récente de l'attrait des disciplines scientifiques touche, entre autres, la géologie et la géophysique. Le nombre d'emplois est en diminution ou stagnation.

Le statut d'enseignant-chercheur, pour tout ce qui dépend de l'État, est relativement figé, mais de plus grandes possibilités de mobilité (années sabbatiques, délégations, détachements, *etc.*) se sont développées. Il s'agit d'intégration, soit dans des instituts de recherche, soit dans des entreprises. Par ailleurs, des liens fonctionnels se développent avec les collectivités territoriales pour les problèmes d'environnement (eau, érosion, *etc.*). La frontière entre « académique » et « appliqué » tend à s'estomper, à la fois par l'enseignement (développement des formations professionnalisantes) et par la recherche (détachement en entreprise d'enseignants-chercheurs et chercheurs, intégration dans l'enseignement supérieur de spécialistes issus du monde industriel).



Définition du domaine

L'ingénieur de recherche – au sens le plus large – est impliqué dans tous les domaines des sciences de la Terre à travers ses deux grands types d'activité :

- la partie « terrain » : acquisitions de mesures de tous types (géométriques, physiques), suivi de sondages, acquisition et traitement à bord dans les missions océanographiques ;
- pour la partie « laboratoire » : analyses, mesures, traitements de données, archivage, communication (muséographie, diffusion).

Il est impliqué dans tous les programmes et thèmes de recherche fondamentaux (*cf.* fiches « chercheur » et « enseignant-chercheur ») et/ou à vocation industrielle et économique :

- fonctionnement interne de la Terre et conséquences superficielles : magmatisme (dont volcanisme), déformations des roches à toutes échelles, déplacement des plaques, sismicité ;
- évolution externe : sédimentation, évolution du vivant, paléoenvironnements, paléoclimats ;
- genèse et propriétés des matériaux terrestres accessibles, ressources énergétiques fossiles, eau, énergie nucléaire, métallogénie, *etc.*

Formations

Les emplois d'Ingénieur de recherche dans les établissements publics à caractère scientifique et technologique, EPST (Universités, Centre national de la recherche scientifique, CNRS, notamment) – bien que correspondant à un grade précis - recouvrent des activités très variées (très théoriques à très techniques) et les recrutements se font sur des bases variables en fonction des souhaits du laboratoire d'accueil et des choix des commissions recruteuses :

- École d'ingénieurs spécialisée, ou Institut universitaire de technologie (IUT) avec compléments en École d'ingénieurs ;
- DEA / Master, Doctorat.

S'agissant des postes d'ingénieur recherche et développement dans l'industrie, la formation et les titres demandés sont également variés en types de formation et en niveaux, avec une prépondérance des formations en école d'ingénieurs.

D'une manière générale, en plus d'une spécialité dominante (électronique, mécanique, chimie analytique, mesures physiques, *etc.*), une formation en informatique est nécessaire (traitement de données numériques, graphisme 3D, imagerie, *etc.*). Cette dernière va de l'utilisation de logiciels courants à la programmation.

Tâches

Le vocable « ingénieur de recherche » recouvre différents statuts, différents types d'activité et de degrés de

participation à la recherche (interprétation, décision, projets). Dans les grands organismes de recherche (CNRS) et les universités, il peut s'agir de tâches relativement cadrées en appui à des équipes de chercheurs :

- acquisition et traitement de données (dont images), maintenance d'un ensemble d'appareils (réseau de mesures par exemple) ou d'un système analytique complexe, analyses en laboratoire (chimie, physique, rayons X, *etc.*) ;
- développement instrumental en aval des thématiques et chantiers des chercheurs ;
- gestion de fonctionnement.

Dans certaines équipes de recherche des EPST, il n'y a pas de frontière réelle entre ingénieur de recherche et chercheur. Les emplois intitulés « Ingénieur d'étude » ou « Ingénieur de recherche » sont parfois attribués à des personnes ayant suivi un cursus théorique ; leur activité sera celle d'un chercheur et non pas d'« ingénierie » au sens concret du terme. Dans les EPST, le grade « Ingénieur de Recherche » implique une participation active aux programmes de recherche, se traduisant notamment par des publications. À la différence, le grade « Ingénieur d'étude » recouvre plus une mise à disposition de compétences techniques pour la réalisation d'activités de recherche cadrées par les équipes de chercheurs.

À l'inverse, des ingénieurs (de formation) développent de manière plus autonome à la fois des thèmes de recherche et leur mise en application ; ils peuvent combiner le développement d'un programme de recherche et la mise au point instrumentale associée. En domaine industriel (prospection géophysique, modélisation prédictive, géotechnique, utilisation de géomatériaux), les Ingénieurs en R & D pratiquent cette même approche double ou, à l'opposé, concentrent leur activités sur la technologie.

Perspectives d'évolution

Pour ce qui est des métiers d'Ingénieur de Recherche des EPST, l'évolution des postes disponibles est étroitement liée aux tendances nationales en recherche. Un rééquilibrage chercheur/ingénieur serait nécessaire - en faveur des seconds - à l'instar de beaucoup de laboratoires étrangers, d'autant plus que l'expérimentation, l'informatisation, la transmission en temps réel de données, prennent une part de plus en plus importante.

Dans le domaine industriel, les emplois d'ingénieur de recherche (ou R & D) suivent les grandes options (nationales ou globales) en matière d'énergie, d'impacts environnementaux et préventions de risques naturels (avec suivi satellitaire), de grands travaux impliquant un volet géologique important, *etc.*



Définition du domaine

Du collège au lycée, et à la classe préparatoire (Biologie, Chimie, Physique, sciences de la Vie et de la Terre) les grands thèmes que le professeur de SVT enseigne sont :

+ *la structure et la dynamique internes de la Terre* ; les programmes apportent des réponses à quelques grandes questions et les moyens d'y répondre :

- Comment la machine Terre évacue-t-elle sa chaleur interne: convection mantellique et magmatisme ?
- Comment les minéraux des roches et les éléments chimiques qui les constituent aident-ils à comprendre la différenciation des enveloppes concentriques ?
- Comment la propagation des ondes sismiques permet-elle d'ausculter l'intérieur de la Terre ?
- Comment le découpage de la lithosphère en plaques et leurs mouvements sont-ils mis en évidence ?

+ *l'enregistrement par la lithosphère superficielle des actions du couple atmosphère/océans, et le rôle, dans cet ensemble, d'un monde vivant en évolution.* La démarche générale du géologue-enseignant est de :

- partir des objets - affleurement, carte, échantillon -, de la mesure, et de l'expérimentation, pour construire un raisonnement, en y incorporant des acquis fondamentaux de physique-chimie (mécanique, thermodynamique, etc.) et de la géométrie ;
- montrer la diversité des échelles et des vitesses des mécanismes, à partir des moyens de datation ou de chronométrage ;
- souligner les liens entre certains processus géologiques et les ressources (matériaux, énergie) utilisées par l'Homme.

Formations

L'accès aux emplois de Professeur de SVT est lié à l'obtention d'une **Licence** en sciences de la Vie ou en sciences de la Terre, parfois suivie d'un **Master** (Bac +3 ou +4). Une spécialisation en biologie est alors complétée par des unités d'enseignements de géologie et *vice versa* pour les titulaires d'un diplôme de géologie. Dans le cadre du LMD, des universités proposent des parcours mixtes (équivalents des ex-Licences et Maîtrises de sciences naturelles).

Pour ce qui concerne l'Éducation nationale, le recrutement passe par un **Concours** qui s'appuie sur les acquis précédemment cités complétés par un année de préparation (Bac+4 ou +5). Le **CAPES** nécessite une Licence et est préparé dans beaucoup d'universités ainsi que dans les IUFM des différentes académies. L'**Agrégation** demande l'équivalent d'une maîtrise et une année dense de

préparation (à la fois théorique et pédagogique) dispensée dans les ENS de Paris et Lyon, et les centres universitaires de grande taille. Dans un petit nombre de cas, cette année d'acquisition (intensive) de compléments est une reconversion totale pour des personnes ayant suivi un cursus très différent ou exercé une activité professionnelle autre, en particulier celle d'ingénieur en biologie appliquée.

Tâches

Cours et travaux pratiques constituent l'essentiel de la fonction, la géologie représentant de ¼ à 1/3 du programme annuel, à côté des sciences de la Vie. Comme pour ces dernières, l'évolution rapide des connaissances et techniques d'analyse en sciences de la Terre, implique des modifications fréquentes des programmes.

Parmi les enseignements pratiques, l'expérimentation, la modélisation analogique, et l'informatique, ont pris une part importante, en liaison avec les approches plus physico-chimiques de la discipline. Dans la mesure des moyens, les sorties sur le **terrain** restent un contact indispensable avec les objets géologiques.

D'autres activités peuvent s'ajouter: participation à la réalisation des ouvrages destinés aux élèves, animation d'associations tournées vers la vulgarisation.

Perspectives d'évolution

Tant dans les collèges et lycées d'État que ceux du Privé, l'adaptation à l'évolution démographique est un des facteurs majeurs de diminution des emplois de professeur de SVT. S'y ajoute l'adaptation à l'évolution des choix des générations montantes, caractérisés par une désaffection des sciences (notamment physiques et, un peu moins, SVT). Ainsi, le nombre de postes mis au concours d'agrégation des SVT est passé de 160 (2005) à 105 (2006).