

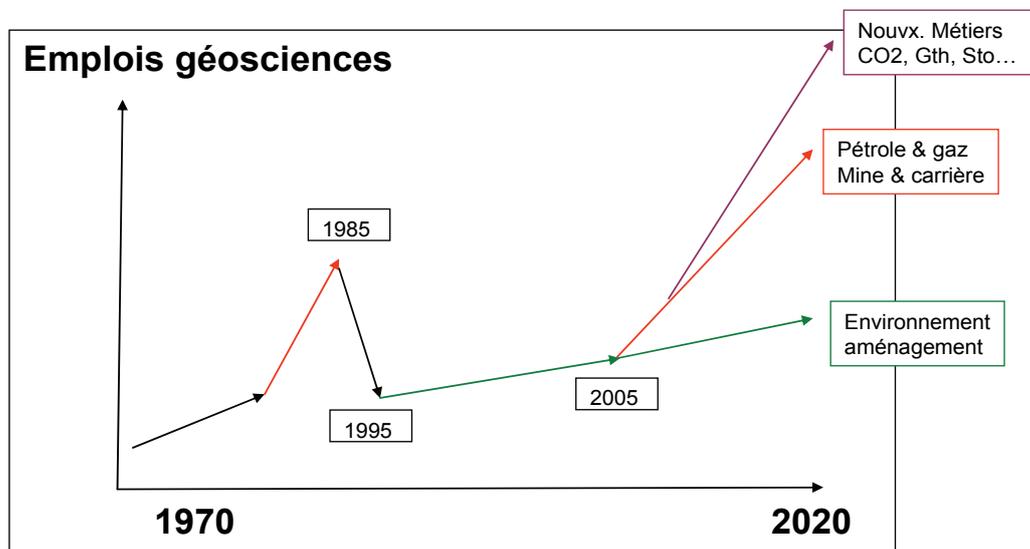


Document public

Prospective de l'emploi dans le domaine des Géosciences à l'horizon 2020

mai 2008

J. Varet
Avec la collaboration de
M. Borsier



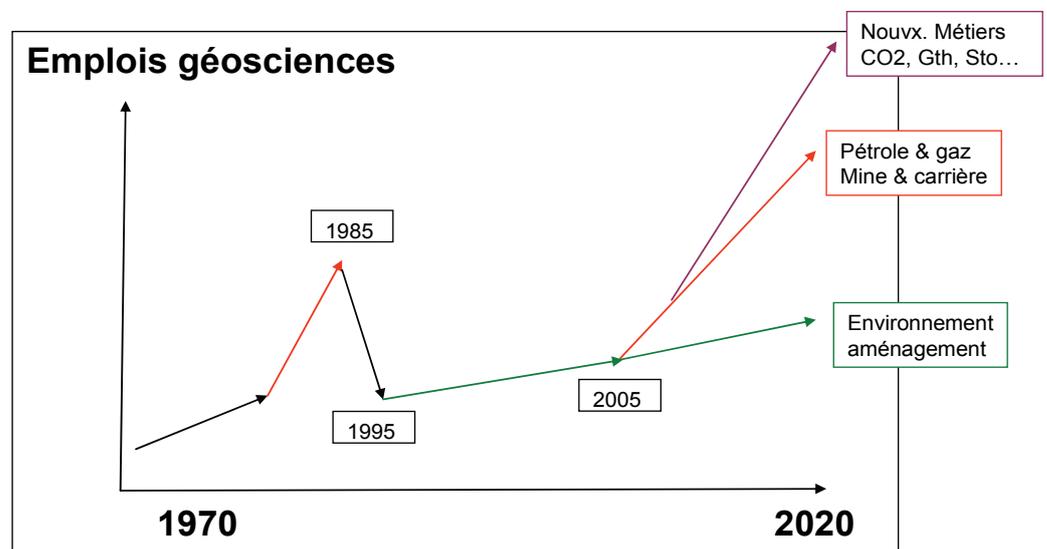


Document public

Prospective de l'emploi dans le domaine des Géosciences à l'horizon 2020

mai 2008

J. Varet
Avec la collaboration de
M. Borsier



Mots clés : Emploi, Géosciences, Horizon 2020.

Par ailleurs ce rapport sera répertorié pour le BRGM de la façon suivante :

Varet J., avec la collaboration de Borsier M. (2008) – Prospective de l'emploi dans le domaine des Géosciences à l'horizon 2020. BRGM/RP-56379-FR, 153 p., 46 fig, 13 ann.

© BRGM, 2008, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

À la demande du Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche et du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire, ce rapport fait le point sur la prospective de l'emploi dans le domaine des Géosciences à l'horizon 2020.

La croissance rapide depuis 2005 des prix des matières premières minérales et énergétiques traduit une insuffisance de l'offre face à une demande en pleine expansion, après une période de 20 ans de sous-investissement en exploration production. Il en découle un appel très important en géologues et ingénieurs formés dans les domaines des géosciences (géologie, géophysique, ingénierie de production) auquel les universités et les écoles spécialisées n'ont pas été préparées. Le champ de l'environnement a heureusement continué à pourvoir à des métiers et des formations en géosciences qui n'ont pas totalement disparu. En outre, de nouveaux métiers apparaissent et devraient se développer à l'avenir.

Au total, le paysage de la prospective de la demande est le suivant :

- demande croissante et soutenue sur 20 ans au niveau mondial, avec de fortes répercussions en France, en matière d'exploration minière et pétrolière, dans les compagnies multinationales et plus encore les compagnies nationales et les sociétés de services ;
- poursuite de la forte demande de ces dernières années dans les métiers de la géologie pour l'aménagement (géotechnique notamment), l'industrie extractive (matériaux, minéraux industriels, granulats...), l'hydrogéologie, les sols pollués et les déchets, l'après-mine, les risques naturels et plus généralement au service des politiques de développement durable (bureaux d'études, collectivités, entreprises) ;
- demande nouvelle accompagnant l'exploitation de ressources minérales et énergétiques plus difficiles pour une prise en compte de l'environnement dès la conception puis la mise en œuvre des projets (gisements métalliques à plus faibles teneurs, sables asphaltiques, schistes bitumineux...) ;
- nouveaux métiers liés aux contraintes climatiques ou aux émergences technologiques : stockage géologique du CO₂, géothermie superficielle ou profonde, traitement des données spatiales et intégration de données multi-sources dans des modèles de prévision et des outils de visualisation (réalité augmentée).

L'objectif de ce travail est de mesurer l'ampleur du problème, qui à l'évidence dépasse le cadre français, de sorte qu'il ne suffit pas de se tourner vers l'étranger pour le résoudre. Au contraire, il apparaît qu'une vision mondiale ouvre des opportunités.

Il s'agit de mesurer l'ampleur de la demande – en termes quantitatifs et qualitatifs – et de la confronter à l'offre existante ou potentielle. L'exercice étant mené de manière prospective – à 20 ans au moins – d'une part pour s'assurer de la durabilité de l'enjeu

et d'autre part, pour mesurer les possibilités de corrections et d'adaptations au cas où le dispositif ne serait pas immédiatement opérationnel.

L'ampleur de la demande mondiale au cours des prochaines années rend nécessaire de mettre en œuvre des programmes volontaristes, incluant :

1. une information du public et notamment des élèves des collèges et des lycées sur les perspectives ouvertes en terme d'emplois en géosciences dans l'industrie extractive et l'environnement, avec, corrélativement, une adaptation des programmes d'enseignement ;
2. une révision du dispositif d'enseignement supérieur français des géosciences, qui pourrait être avantageusement redéployé sur quelques centres de niveau international couplant enseignement, recherche et partenariats socio-économiques (industrie pétrolière et minière ; opérateurs de l'environnement, notamment) pour répondre à la forte demande mondiale, renforcé (en terme de postes d'enseignants titulaires et de souplesse accrue d'accueil des intervenants extérieurs) sur ces sites, et partiellement découplé des besoins de l'enseignement secondaire comme des priorités antérieurement affirmées par le CNRS¹ ;
3. la mise en place d'une politique d'accueil d'étudiants et de stagiaires étrangers - notamment issus des pays pétroliers et miniers - en France dans ces matières (par élargissement de l'action du CESMAT et du CIFEG), et plus généralement un renforcement des partenariats et des échanges européens et internationaux (professeurs invités, enseignements multilingues...), en mobilisant les structures spécialisées (comme le Studium² en Région Centre) ;
4. l'identification de programmes de R&D français et européens (ANR, PCRD) couvrant le champ des ressources minérales et énergétiques, pendant à finalité économique et sociale de la programmation existante de l'INSU ;
5. une implication plus forte du BRGM dans :
 - . une fonction de veille et de prospective concernant les activités et métiers des géosciences, notamment dans l'industrie et les politiques publiques, pour mieux prendre en compte et anticiper le caractère cyclique de ces activités,
 - . la structuration d'un pôle de formation supérieure en géosciences à forte visibilité internationale à Orléans - en lien avec l'université, le CNRS et les entreprises du secteur - associant masters et doctorats, école d'ingénieur (IPO renforcée) et une nouvelle école de spécialité (ENSGME),

¹ Document de prospective et de stratégie du CNRS ; aujourd'hui complété par un nouveau document de prospective de l'INSU, qui recentre la stratégie des sciences de la terre sur des finalités plus proches de nos analyses : énergie et ressources minérales notamment (voir annexe X).

² Association Loi 1901 spécialisées dans l'accueil de professeurs et chercheurs étrangers de haut niveau soutenue par les entreprises et les collectivités territoriales de la Région Centre.

- . la création d'une fondation pour l'enseignement des géosciences, en partenariat avec les entreprises du secteur, destinée à stimuler des formations (prise en charge de chaires d'enseignants, de stages et de bourses de thèses),
- . la création d'un nouveau pôle de compétitivité « Géosciences » centré sur le sud du bassin de Paris associant Orléans, Fontainebleau (ENSMP) et Rueil-Malmaison (ENSPM et IFP) et les entreprises du secteur des ressources minérales et énergétiques, de l'eau et de l'environnement.

Présenté au Conseil d'Administration du 15 mai 2008, ce rapport a fait l'objet de divers commentaires qui ont été pris en compte dans le corps du rapport ou dans ses annexes.

Sommaire

1. Introduction	13
1.1. LA QUESTION POUR LE BRGM	13
1.2. UN PROBLÈME PLUS LARGE ET GLOBAL	13
1.3. UNE CONJONCTURE HISTORIQUE ET ÉCONOMIQUE	14
1.4. L'OBJECTIF DE CETTE ÉTUDE	16
2. Les métiers des géosciences et leur évolution	17
2.1. LES GÉOSCIENCES : TERMINOLOGIE ET LIMITE DE L'ÉTUDE	17
2.2. SECTEURS ÉCONOMIQUES D'EMPLOI CONCERNÉS PAR LES GÉOSCIENCES	18
2.3. DÉMOGRAPHIE DES PERSONNELS EMPLOYÉS EN GÉOSCIENCES	18
2.4. UNE REPRISE INÉVITABLE	20
3. La demande en géosciences	23
3.1. SEGMENTATION DE LA DEMANDE	23
3.2. COMMENT LES MÉTIERS DE L'ENVIRONNEMENT ONT PRIS LE RELAIS DE L'INDUSTRIE EXTRACTIVE DANS LES ANNÉES 1985-2005	24
3.3. NOUVEL ÉLAN POUR LES GÉOSCIENCES, TIRÉ PAR LES PAYS MINIERS DEPUIS 2006	25
3.4. LA DEMANDE PÉTROLIÈRE EST CONCOMITANTE (EN FORTE REPRISE DEPUIS 2005)	27
3.5. LA DEMANDE FRANÇAISE EN GÉOSCIENCES	33
3.5.1. Vue d'ensemble de la profession	33
3.5.2. La demande publique en France	37
3.5.3. La demande domestique privée	41
3.6. LES NOUVEAUX MÉTIERS DES GÉOSCIENCES	48
3.7. LES EMPLOIS DANS LES SOCIÉTÉS ÉTRANGÈRES	49

4. L'offre : les formations en géosciences	51
4.1. TENDANCES MONDIALES	51
4.2. CARACTÉRISTIQUES DES FORMATIONS UNIVERSITAIRES ET DES GRANDES ÉCOLES EN GÉOSCIENCES EN FRANCE	54
4.2.1. Les formations universitaires en géosciences	55
4.2.2. Depuis la réforme LMD	56
4.3. VENTILATION PAR DOMAINES DE SPÉCIALITÉS DES DIPLÔMES EN GÉOSCIENCES CES DERNIÈRES ANNÉES EN FRANCE	60
4.4. COMPARAISON FRANCE – ÉTRANGER : FORCES ET FAIBLESSES, OPPORTUNITÉS	68
5. Prospective de la demande	71
5.1. CONTEXTE GÉNÉRAL POUR LA FRANCE	71
5.2. DOMAINE DES GÉOSCIENCES.....	71
5.3. DÉFICIT GLOBAL, DÉFICIT FRANÇAIS.....	76
6. Actions correctrices proposées pour faire face à la crise	79
6.1. PRINCIPAUX PAYS MINIERS ET PÉTROLIERS (USA, AUSTRALIE...) ET LES ENTREPRISES MULTINATIONALES DE CES SECTEURS	79
6.2. INITIATIVES FRANÇAISES EXISTANTES	80
6.3. ACTIONS SUGGÉRÉES EN FRANCE.....	81

Liste des illustrations

Figure 1 - Évolution comparée des effectifs des formations réputées en ingénierie dans quelques pays du monde.	14
Figure 2 - Corrélation entre nombre d'étudiants formés en géosciences aux États-Unis et cours du brut ; dans les années 90, les métiers de l'environnement assurent une relative reprise de la demande.....	16
Figure 3 - Répartition des employés du secteur minier par tranche d'âge au Canada (Statistique Canada Recensement 2000-CIM Magazine).	19
Figure 4 - Histogramme des âges des géologues et ingénieurs pétroliers (Schlumberger, 2006).	19
Figure 5 - Évolution des effectifs du BRGM sur 45 ans. Le pic correspond au plafond puis à la chute des cours du pétrole et des matières premières minérales. Voir l'analogie avec la figure 2.....	20

Figure 6 -	Les tendances passées et prospectives de l'évolution des emplois en géosciences dans les 20 prochaines années.....	21
Figure 7 -	Évolution de la dépense environnement en France, indicateur de l'activité environnement en géosciences (source IFEN).	24
Figure 8 -	Évolution économique des dépenses mondiales concernant les risques naturels (source : groupe de réassurances Munich de Ré).	25
Figure 9 -	Reprise de la croissance des dépenses d'exploration minière ces dernières années après un creux en 2002. En 2006, elles dépassent le niveau moyen des années 90.	26
Figure 10 -	La reprise de l'exploration minière n'est pas le fait des grands groupes mais de compagnies juniors.....	26
Figure 11 -	Localisation géographique de l'exploration minière en 2006.	27
Figure 12 -	Augmentation des salaires des géologues débutants pour l'exploration minière.	27
Figure 13 -	La croissance des prix du pétrole (2004) a précédé celle des métaux de base (2006).	28
Figure 14 -	Écart entre offre et demande en personnels formés de mi-carrière en Amérique du nord et en Europe dans la période 2004-2012 (source : SBC).	30
Figure 15 -	Évolution des investissements pétroliers ; part de l'exploration-production (source : IFP).	31
Figure 16 -	Évolution des investissements mondiaux en exploration-production et plus particulièrement en géophysique ; observer la forte reprise entre 2004 et 2007 (source IFP 2007).	32
Figure 17 -	Profils démographiques du secteur exploration-production pétrolière (source : SPE/ENSPM).....	32
Figure 18 -	Répartition globale des géologues par catégories d'employeurs en France (source UFG, 2006, actualisé).....	35
Figure 19 -	Répartition des géologues par secteur d'activité professionnelle en 2006 en France (traitement de données de la figure 18 de source UFG).....	36
Figure 20 -	L'emploi des diplômés en géosciences (sortie d'études) en France en 2003 (source : revue Géologues, compilée à partir des données des Masters et DESS).....	36
Figure 21 -	Répartition des emplois de géologues en France en 2003 et 2006 hors enseignement secondaire (source : UFG, 2006).	37
Figure 22 -	Pyramide des âges des enseignants universitaires en géosciences (source : MENSUR).....	38
Figure 23 -	Évolution des effectifs de production et des métiers au BRGM, avec notamment l'évolution respective des secteurs de la mine et de l'environnement sur 30 ans (source DRH/BRGM).	39
Figure 24 -	Histogramme des âges des effectifs de production en géosciences du BRGM en 2000 et 2007 (source : DRH BRGM).....	40

Figure 25 - Carte des déficits et surplus en compétences en géosciences pétrolières dans le monde selon le NPC américain (Hard Truths, 2007, d'après Schlumberger, 2005).	52
Figure 26a - Le programme européen Erasmus EMMEP fédère les écoles de mines européennes, et concerne 60 étudiants par an dans 9 universités.	53
Figure 26b - Évolution du nombre annuel de diplômés en ingénierie minière en Europe de 1990 à 2007 (source : RTZ, TAIEX workshop, février 2008).....	53
Figure 27 - Évolution du nombre de diplômés, docteurs et formations en géophysique en Allemagne entre 1991 et 2005.	54
Figure 28a - Évolution des thématiques des étudiants formés en géosciences en France entre 1995 et 2005.	58
Figure 28b - Évolution du nombre des doctorants formés en géosciences en France entre 1995 et 2005	58
Figure 29 - Les formations de niveau master en géosciences en France (source : MESR, 2007).	59
Figure 30 - Répartition géographique des enseignants-chercheurs universitaires et des chercheurs CNRS en France en 2007 (source : B. Goffé, INSU) ; BRGM, IFP et CEA ont été ajoutés.	59
Figure 31 - Répartition des diplômes délivrés en France par domaine, entre 2003 et 2006 (source MESR).....	61
Figure 32 - Évolution quantitative et qualitative des ingénieurs formés par l'ENSG dans la période 1960-2007.	62
Figure 33 - Les formations en géosciences à l'ENSPM : PG = Petroleum Geosciences ; RGE = Réservoir Géosciences and Engineering ; DEG = Développement et Exploitation des Gisements. Aucune bourse n'a été délivrée en 2008 ce qui signifie que tous les étudiants sont sponsorisés par l'industrie. La courbe « satellite » représente les étudiants dans les cycles hors Rueil (Angola, Nigéria, Algérie, Malaisie etc.)	64
Figure 34 - Perspectives pour les ressources en hydrocarbures : pic ou plateau et incidences en exploration, production et technologies pétrolières (source : ENSPM).	65
Figure 35 - Vacances des agents BRGM dans les établissements de formation (pour Orléans : total Université incluant Polytech).	66
Figure 36 - Vacances des agents BRGM dans les établissements de formation suivant les domaines.	67
Figure 37 - Évolution du nombre de collaborateurs extérieurs de la carte géologique de France pris en charge par le BRGM au cours des 10 dernières années : nombre total (A), proportion d'étudiants (B) et nombre d'étudiants stagiaires (C).	68
Figure 38 - Taux de croissance moyen annuel de la consommation chinoise (ERAMET, F.G. SAUVAGE, FEDEM 2006).	72

Figure 39 - Consommation métallique par habitant par rapport à la Chine. Tirée par la Chine, dont la consommation par habitant reste basse, la croissance de la demande mondiale pour la découverte et la mise en exploitation de nouveaux gisements métalliques devrait rester soutenue pour 5, 10 et même 20 ans (source ERAMET, F.G. SAUVAGE, FEDEM 2006).	73
Figure 40 - Déficit annuel en géosciences dans le monde (source : Australian news, Engineering news, CIM magazine pour la mine et NPC pour le pétrole.	73
Figure 41 - Demande annuelle en géosciences de la part des opérateurs français, par catégorie ; moyenne annuelle pour 2010, à considérer en croissance de 5 à 20 % par an selon catégories. À noter la décroissance des recrutements d'enseignants du secondaire (2004-2005 : 565 CAPES + 160 Agrégations = 725 ; 2005-2006 : 370 + 105 = 475).	74
Figures 42 et 43 - Trois scénarios d'évolution des emplois en géosciences entre 2008 et 2030 ; alors que le niveau de recrutement devrait désormais se situer au dessus de son plus haut niveau historique de l'après choc pétrolier, il devrait également croître, en toutes hypothèses, jusqu'en 2020, du fait de la persistance des autres demandes.....	75
Figure 44 - Profil recherché en géoscience dans l'industrie et les services	78
Figure 45 - Le « brain drain » scientifique aux États-Unis.....	80
Figure 46 - Proposition de structuration en France de quelques pôles de sciences de la Terre de dimension internationale, à partir des données de la figure 30 (enseignants-chercheurs et chercheurs en géosciences, en etp).....	85

Liste des annexes

Annexe 1 - Personnalités auditionnés	91
Annexe 2 - Documents de référence	95
Annexe 3 - Sites consultés	99
Annexe 4 - Données quantitatives Union Française des Géologues	103
Annexe 5 - Sigles utilisés	109
Annexe 6 - Liste des DESS-DEA-Masters (données UFG).....	113
Annexe 7 - Source colloque FEDEM 10 06	123
Annexe 8 - Initiative européenne de formation en géosciences pour l'activité extractive....	127
Annexe 9 - Les principales universités « pétrolières » partenaires de Schlumberger.....	131
Annexe 10 - Polytech'Orléans	135
Annexe 11 - Géosciences Orléans : parcours intégré LMD École d'ingénieur – École de spécialité.....	141
Annexe 12 - Commentaires reçus de M. Masset, entreprise TOTAL.....	145
Annexe 13 - Remarques formulées lors de la présentation du rapport au Conseil d'Administration le 15 mai 2008	149

1. Introduction

1.1. LA QUESTION POUR LE BRGM

Le BRGM, un employeur significatif dans le domaine des géosciences en France, situé à l'articulation entre la recherche scientifique publique, l'expertise pour la décision publique et le développement technologique des entreprises, a basé son contrat avec l'État pour la période 2005-2008 sur une activité contractuelle soutenue et un plafonnement des effectifs compensé par un recours accru à la sous-traitance. Le constat qui a pu être fait lors du bilan à mi-parcours est que, face à une demande en croissance et qui concerne tous ses domaines de compétences, l'Établissement bute - tant pour sa propre politique de ressources humaines que pour son appel à la sous-traitance auprès des partenaires publics (notamment académiques) et privés (bureaux d'études, étrangers...) - sur un problème de disponibilité de professionnels formés dans les géosciences.

Dans un contexte où les pouvoirs publics reconsidèrent la liaison entre les Établissements Publics de Recherche et les Universités, il est opportun d'examiner la part que pourrait prendre le BRGM dans la formation supérieure, comme le fait par exemple l'IFP.

1.2. UN PROBLÈME PLUS LARGE ET GLOBAL

On savait que, d'une manière générale, le pays était en passe de souffrir d'un déficit en matière de formations scientifiques (MESR, R. Barré, 2007) même si, globalement le nombre d'étudiants sortant du système éducatif dans les 10/15 prochaines années sera supérieur aux recrutements prévus, pour combler les départs en retraite et faire face à la création nette d'emplois³. Les jeunes issus de l'enseignement secondaire sont moins attirés par les carrières scientifiques que par d'autres filières (informatique, commerciales, financières ou de communication). Même les écoles d'ingénieurs les plus prestigieuses amènent plutôt les diplômés vers les carrières de la banque ou des assurances que vers les secteurs de la production de base, dont la mine ou l'énergie. Dans cet ensemble, si la biologie connaît une certaine vogue, les géosciences n'ont pas bénéficié de signaux très positifs, hormis le glissement vers les sciences de l'environnement.

Dans le contexte d'un déficit global pour le secteur scientifique, les géosciences souffrent d'un manque d'attrait, voire d'une image négative dans les secteurs pétrolier ou minier, ce qui n'attire pas les jeunes vers les métiers liés. Cette situation n'est pas seulement française : elle se retrouve dans les grands pays engagés dans les

³ Rapport Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, note d'information N° 06-03 février 2006.

industries de base, énergie et ressources minérales notamment. Heureusement, le secteur de l'environnement a maintenu en France et en Europe une demande soutenue en matière de géosciences (pollutions, déchets, risques naturels et industriels, eau souterraine...). L'histoire du BRGM lui-même ces 20 dernières années illustre cette évolution.

La désaffection des filières scientifiques apparaît générale dans le monde développé, notamment en Europe et aux États-Unis (fig. 1). Par contre, la Chine et l'Inde ont mis l'accent sur la formation des ingénieurs, et les effectifs croissent rapidement. L'Inde a l'objectif de former 1 million d'ingénieurs de haut niveau par an, et une université comme Bangalore vise l'excellence mondiale et l'exportation des cerveaux.

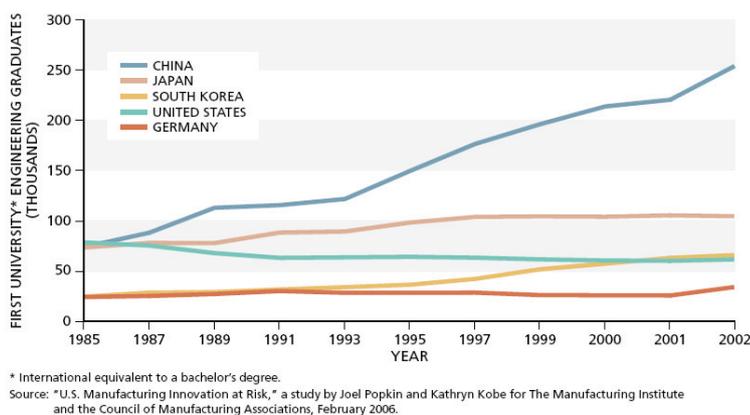


FIGURE 1-36. Engineering School Graduates, by Year

Figure 1 - Évolution comparée des effectifs des formations réputées en ingénierie dans quelques pays du monde.

1.3. UNE CONJONCTURE HISTORIQUE ET ÉCONOMIQUE

Il faut revenir en arrière vers les années caractéristiques des « trente glorieuses » pendant lesquelles le développement de l'économie occidentale – et française en particulier – s'est basé sur une croissance des consommations d'énergie et de matières premières, au point que le PIB croissait avec la consommation d'énergie.

Jusque dans la seconde moitié des années 80, et notamment à la suite des chocs pétroliers des années 70, ces secteurs de la production primaire ont été demandeurs en matière de connaissance, d'exploration, et d'exploitation des ressources minérales et énergétiques. Les Écoles des Mines et de Géologie formaient des ingénieurs et les Universités des géologues et des chercheurs au service d'une économie en voie de mondialisation. La tectonique globale venait offrir un cadre conceptuel pour la recherche de nouveaux gisements, les technologies géophysiques, géochimiques ou spatiales, et l'amélioration des techniques de forages et de production permettaient des découvertes sans précédents.

Le contrechoc de la seconde moitié des années 80' marque une rupture, qui par sa durée a pu laisser penser qu'elle était définitive. Au point de développer des concepts économiques pour l'expliquer (le « découplage » de la croissance, la « dématérialisation de l'économie »...): les économies dites développées ne reposaient plus sur la matière première minérale et énergétique, mais sur les technologies de l'immatériel. Seuls les pays en développement vivaient encore dans ces formes « dépassées » qui avaient caractérisé les années antérieures.

C'était sans compter sur le fait que la France et l'Europe avaient simplement transféré vers les pays tiers – les NPI notamment dont la Chine – l'essentiel de leur production matérielle. Notre économie n'était pas dématérialisée : on ne comptait tout simplement plus la matière première⁴ ! Toujours est-il que, pendant 20 ans (1985-2005), les géosciences appliquées à l'industrie extractive ont connu les années les plus noires de leur histoire.

C'est à partir de 2005 que l'on a commencé à réaliser que l'économie mondiale n'était en rien dématérialisée. On a découvert que la Chine ne pouvait continuer à assurer en même temps la fonction d'atelier industriel du monde et son propre développement sans importer massivement énergie et matières premières (jusque là, le développement était assuré par des ressources issues de son propre sous-sol, au demeurant assez riche). La flambée des prix est venue confirmer l'insuffisance de la production mondiale de métaux de bases et d'énergies fossiles nucléaires. La question de la limite des ressources – déjà posée dans les années 70 puis oubliée – est à nouveau d'actualité. Les pays développés – l'Europe et la France en particulier – ne peuvent plus se désintéresser de cette question.

Pour les métiers des géosciences, c'est une nouvelle étape qui s'ouvre. Avec d'autant plus de force que – à la différence des années 70 – le système éducatif n'a pas été préparé à répondre à la nouvelle demande. Pour simplifier, il apparaît que le système de formation a épousé la courbe du brut, avec un plancher depuis 20 ans (le milieu des années 80) qui se poursuit aujourd'hui (fig. 2). Les formations spécialisées pour la recherche et l'exploitation des ressources minérales et énergétiques ont presque toutes disparu ; heureusement la connaissance et la gestion de l'environnement a permis que des géologues soient encore préparés, de sorte que l'appareil de formation n'a pas totalement disparu.

⁴ J. Varet, Futuribles, 2005.

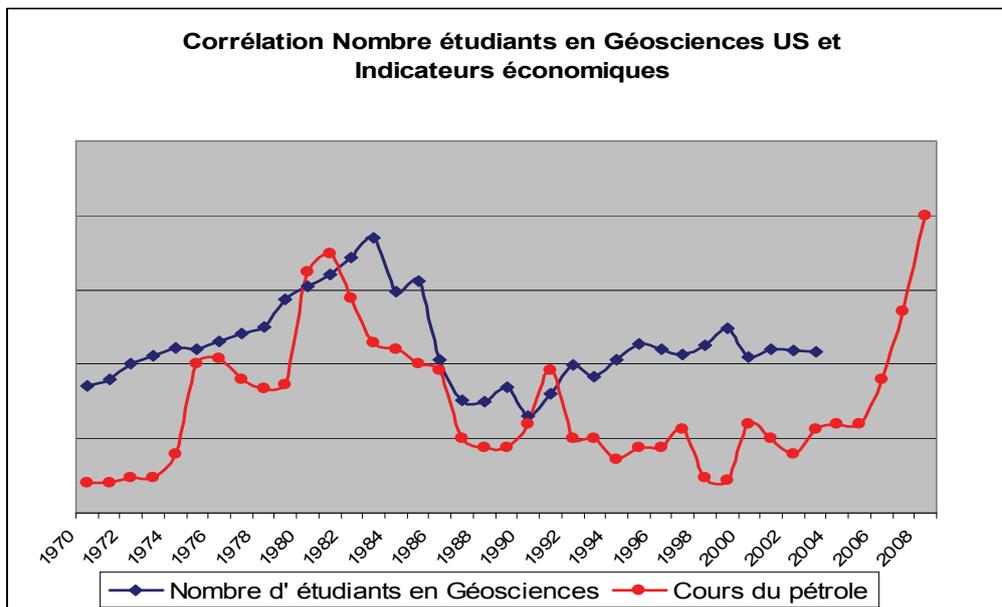


Figure 2 - Corrélation entre nombre d'étudiants formés en géosciences aux États-Unis et cours du brut ; dans les années 90, les métiers de l'environnement assurent une relative reprise de la demande.

1.4. L'OBJECTIF DE CETTE ÉTUDE

L'objectif de ce travail est de mesurer l'ampleur du problème qui, à l'évidence, dépasse le cadre français, de sorte qu'il ne suffit pas de se tourner vers l'étranger pour le résoudre. Au contraire, il apparaît qu'une vision mondiale ouvre des opportunités.

Il s'agit de mesurer l'ampleur de la demande – en termes quantitatifs et qualitatifs – et de la confronter à l'offre existante ou potentielle. L'exercice étant mené de manière prospective – à 20 ans au moins – d'une part pour s'assurer de la durabilité de l'enjeu et d'autre part, pour mesurer les possibilités de corrections et d'adaptations au cas où le dispositif ne serait pas immédiatement opérationnel.

2. Les métiers des géosciences et leur évolution

2.1. LES GÉOSCIENCES : TERMINOLOGIE ET LIMITE DE L'ÉTUDE

Les géosciences concourent à la connaissance et à l'utilisation des ressources de la Terre. On peut distinguer en leur sein les sciences géologiques (géologie, géophysique, géochimie...), les sciences de l'ingénieur spécialisées (ingénierie de réservoir, ingénierie minière...), mais il faut aussi considérer l'ensemble des disciplines fondamentales (mathématiques, informatique, physique, chimie, biologie...) et des métiers de l'ingénieur (mécanique, hydraulique, électronique, économie...) qui apportent nécessairement leurs concours.

Ce rapport est focalisé sur les spécialités des géosciences appartenant au domaine des sciences géologiques et de l'ingénierie spécialisée. Ces spécialités correspondent avant 2004 aux DESS, DEA et doctorats du domaine ou à un diplôme de Grande École. Après la mise en œuvre généralisée du système européen LMD, les diplômes correspondent aux masters et doctorats.

Pour la période 2001-2003, le domaine des Sciences de la Terre correspond majoritairement à 25 DESS (revue Géologues 2004) et 42 DEA conduisant essentiellement aux doctorats.

Depuis 2004, 97 masters (dont 66 dépendant de la DS3) relèvent des Sciences de la Terre et de l'Univers. Ils représentent 3,6 % de l'ensemble des masters habilités par le MESR (données 2007). La liste des établissements délivrant un diplôme du domaine figure en annexe.

Les différentes spécialités ont été groupées en plusieurs domaines au cours de cette étude :

1. ressources naturelles, mines, matériaux, métallogénie, minéralurgie ;
2. énergie, hydrocarbures, pétrole, bassins sédimentaires ;
3. eau, hydrogéologie, littoral, côtes ;
4. aménagement, risques naturels, géotechnique ;
5. environnement, pollutions, déchets, stockages ;
6. géophysique.

2.2. SECTEURS ÉCONOMIQUES D'EMPLOI CONCERNÉS PAR LES GÉOSCIENCES

Les géosciences ont trouvé leurs premières applications dans les secteurs de l'industrie extractive : mines, carrières, pétrole et gaz, eau souterraine, mais aussi dans le secteur des infrastructures : grands linéaires, fondations des constructions, travaux souterrains. Les métiers de l'environnement (traitement des sols pollués, décharges et déchets, stockages souterrains...) ont trouvé un développement plus récent.

Si l'on ajoute l'enseignement et la recherche, on peut ainsi distinguer quatre grands domaines d'applications : industrie extractive (pétrole et mine), géotechnique (urbaine et linéaire), environnement (y compris eau souterraine) et enseignement et recherche. Les deux premiers appartiennent aujourd'hui majoritairement au secteur privé, alors que la composante publique est plus présente dans les deux derniers.

2.3. DÉMOGRAPHIE DES PERSONNELS EMPLOYÉS EN GÉOSCIENCES

La démographie des personnels employés dans les géosciences est caractéristique de l'histoire décrite ci-dessus (§ 1.3.). Les personnels recrutés dans les années 70 dans les secteurs des ressources minérales et énergétiques arrivent en 2010 en fin de carrière. En outre, nombre d'entre eux ont quitté leur spécialité, soit pour des métiers différents, soit pour d'autres applications des géosciences (notamment l'environnement), de sorte que le nombre de spécialistes à jour dans leur discipline est extrêmement réduit.

Au niveau international, les courbes démographiques montrent que les populations du domaine minier sont globalement plus âgées que la moyenne des autres catégories. Il faut donc s'attendre à une vague de départ à la retraite importante dans les 10 à 15 prochaines années.

Aux États-Unis où l'on emploie globalement 5 200 « géologues », 58 % des membres de la « Society of Mining Engineers » ont plus de 50 ans ce qui signifie que les départs se feront à un rythme de 4 à 5 % par an durant les dix prochaines années nécessitant ~ 225 diplômés par an pour maintenir le nombre actuel de professionnels.

De la même façon, le Canada perdra 65 % de ses géologues dans les dix prochaines années. Selon le recensement de l'année 2000, les professionnels de l'industrie des minéraux et des métaux ont la moyenne d'âge la plus élevée de l'ensemble des industries canadiennes.

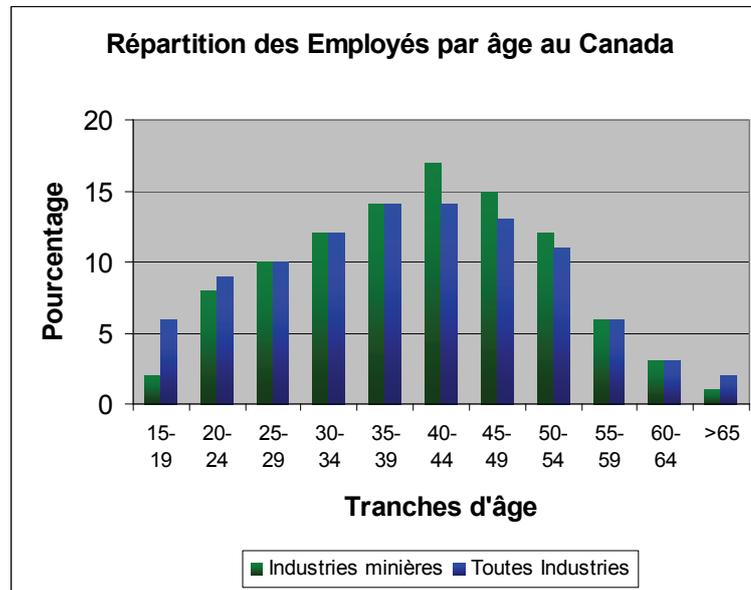


Figure 3 - Répartition des employés du secteur minier par tranche d'âge au Canada (Statistique Canada Recensement 2000-CIM Magazine).

Dans le secteur pétrolier, la situation est analogue, quoique légèrement différée du fait que la dernière grande vague de recrutements date des années 80-85 ; on doit en conséquence attendre de fortes vagues de remplacement entre 2010 et 2020.

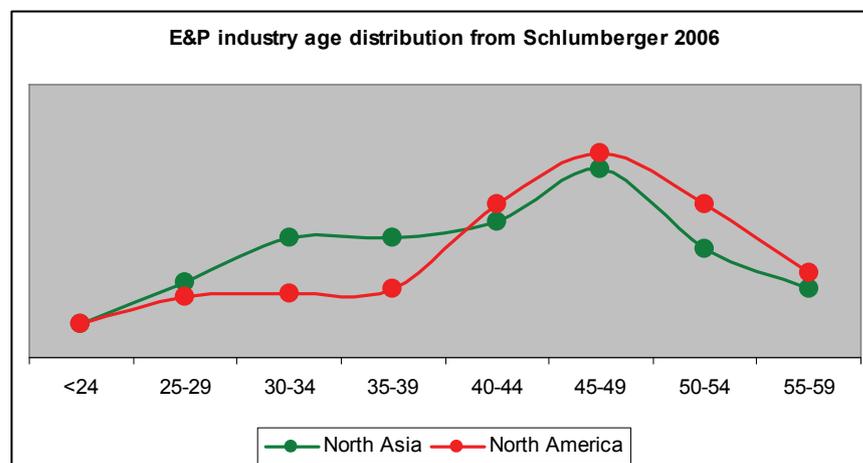


Figure 4 - Histogramme des âges des géologues et ingénieurs pétroliers (Schlumberger, 2006).

Le cas du BRGM est sans doute représentatif de l'évolution des effectifs en géosciences en France : croissance régulière des effectifs au cours des années 60 et

70, puis forte décroissance dans les années 85-95⁵. Une stabilité relative est atteinte au cours des dix dernières années, malgré l'effondrement continu de l'activité minière, du fait du relais des métiers de l'environnement en croissance soutenue.

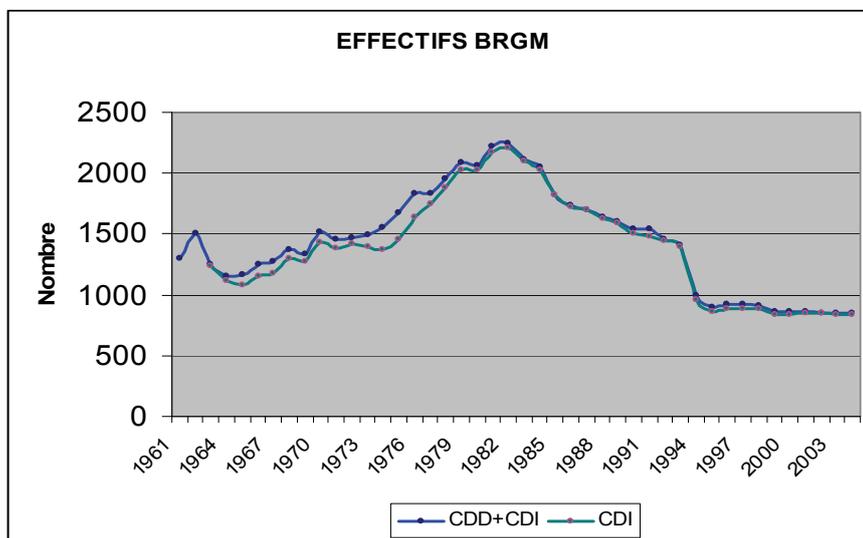


Figure 5 - Évolution des effectifs du BRGM sur 45 ans. Le pic correspond au plafond puis à la chute des cours du pétrole et des matières premières minérales. Voir l'analogie avec la figure 2.

À la différence des secteurs minier et pétrolier, les flux d'emplois dans les domaines de l'aménagement, de l'environnement et de l'eau ont été maintenus à bon niveau au cours des 20 dernières années, ce qui a permis de maintenir une répartition démographique plus équilibrée des métiers des géosciences. C'est plus généralement le cas en Europe, où ces emplois sont venus remplacer ceux qui tarissaient dans les entreprises extractives.

2.4. UNE REPRISE INÉVITABLE

Le vieillissement des cadres actuels, combiné avec la vigueur de la reprise de la demande nécessitent une analyse à la fois quantitative et qualitative des métiers des géosciences.

Les métiers des géosciences ont suivi très directement la conjoncture économique des secteurs concernés : industrie extractive, aménagement et travaux publics, métiers de l'environnement. On peut distinguer trois périodes :

- une période de croissance rapide à partir de 1975, dans la foulée des « 30 glorieuses », tirée par l'industrie minière et pétrolière et les grands équipements, qui

⁵ NB : La chute de 1994 est due à filialisation de l'activité d'ingénierie (création d'Antéa).

s'est poursuivie jusqu'en 1985 avec une accélération en fin de période (à la suite du « deuxième choc » de 1979) ;

- une dégrue brutale en 1985, suivie d'une période de 20 ans de crise, découlant des cours très bas des matières premières et de politiques industrielles privilégiant les jeux financiers au détriment de l'accroissement des connaissances et des ressources. L'émergence des métiers de l'environnement et la bonne tenue des métiers de l'eau et de la géotechnique pour les infrastructures et l'aménagement ont évité la disparition des géosciences ;
- une reprise brutale à partir de 2005, qui entraîne une croissance inégalée des prix des matières premières, bien au-delà de tout ce qui avait pu être imaginé. Tout laisse penser que – sauf crise financière majeure ou guerre mondiale – cette croissance sera maintenue dans les années à venir compte tenu de l'appel des pays émergents (Inde, Chine...), des besoins maintenus des pays développés (innovations et « technologies vertes » faisant appel à de nouveaux éléments, ex. Li, Pt...) et de l'entrée dans les sphères de consommation mondiale des pays en développement dotés de ressources minérales (Afrique, Asie du SE, Amérique Latine).

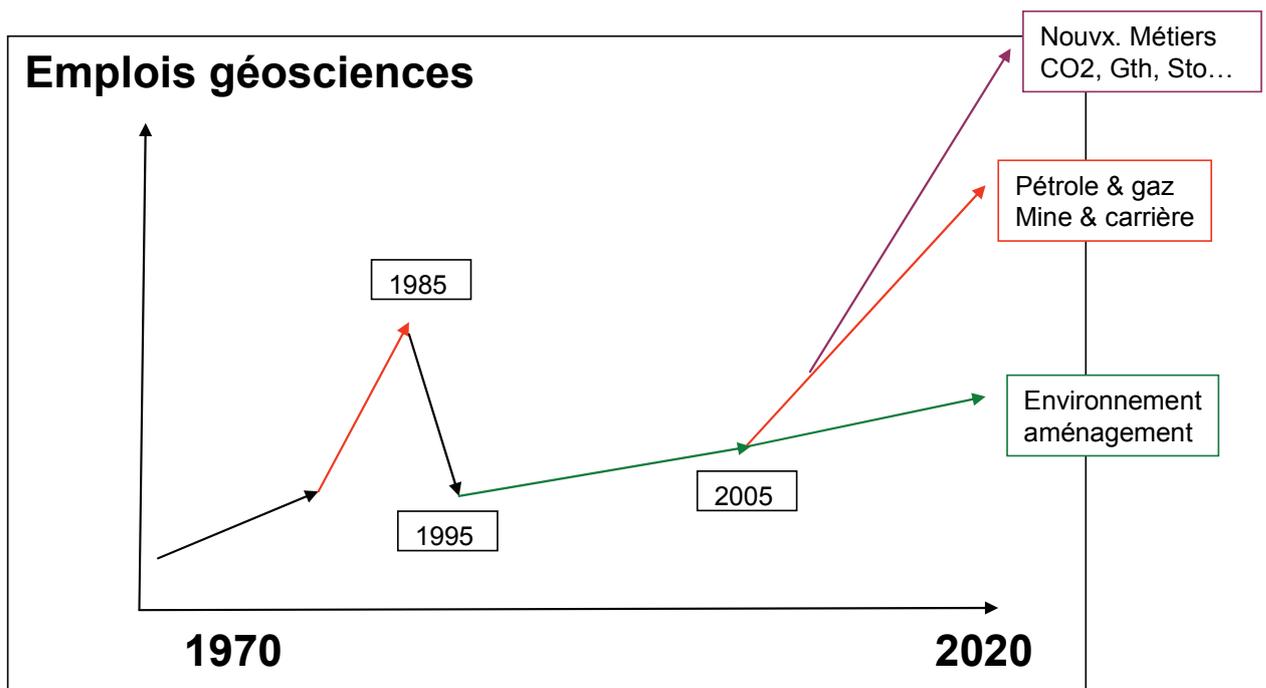


Figure 6 - Les tendances passées et prospectives de l'évolution des emplois en géosciences dans les 20 prochaines années.

3. La demande en géosciences

3.1. SEGMENTATION DE LA DEMANDE

La demande en géosciences peut être segmentée de la manière suivante :

- demande des entreprises :
 - . industrie extractive (industrie pétrolière et minière, services),
 - . construction et aménagement du territoire (industrie cimentière, ingénierie et sociétés de services),
 - . environnement (bureaux d'études et sociétés de services) ;
- demande publique :
 - . administrations nationales et locales,
 - . établissements publics (agences, instituts),
 - . enseignement (supérieur, secondaire),
 - . associations (ONG).

Au regard de l'environnement, qui a porté la croissance de la demande en géosciences ces 20 dernières années, on peut distinguer (Andréini, Burgeap) :

- 3 catégories d'entreprises :
 - . celles qui ont maille à partir avec l'environnement (clientes des solutions),
 - . celles qui en font un élément de compétitivité (atout concurrentiel, éco-compétitivité...),
 - . les éco-entreprises (se placent sur l'environnement au service des autres) ;
- 3 catégories de métiers :
 - . l'eau (50 % des personnels),
 - . les déchets (35 % des personnels),
 - . le reste : Air, CO₂, nature (15 % des personnels),
 - . *néanmoins, il faut noter que la proportion des ingénieurs et chercheurs est relativement faible dans les deux premiers métiers (5 à 10 % maximum) ;*
- les disciplines (scientifiques et d'ingénieurs) suivantes :
 - . géologues,
 - . pédologues,
 - . hydrologues,
 - . chimistes,
 -

Dans le total des « emplois environnement », la part des géoscientifiques dans ces métiers au niveau supérieur (scientifique et ingénieurs) serait d'environ 10 %.

3.2. COMMENT LES MÉTIERS DE L'ENVIRONNEMENT ONT PRIS LE RELAIS DE L'INDUSTRIE EXTRACTIVE DANS LES ANNÉES 1985-2005

Si le secteur de l'environnement est devenu le principal pourvoyeur d'emplois en géosciences à partir des années 85-90, en réponse à une demande en forte croissance (eau, pollutions, risques...), corrélativement l'image des industries extractives s'est dégradée dans l'opinion, ce qui a accentué l'attrait des filières environnement au détriment du secteur primaire. D'une certaine manière, venant se substituer aux pourvoyeurs antérieurs de l'industrie extractive (pétrole, mines, etc...), ces emplois environnement ont contribué au maintien de formations supérieures (universitaires et d'ingénieurs) en géologie. Bien qu'il soit difficile de présenter des données statistiques précises en la matière, les évolutions économiques pluriannuelles de ces secteurs (une croissance que chacun s'accorde à considérer comme à fort contenu emploi) peuvent donner une image des emplois induits en géosciences.

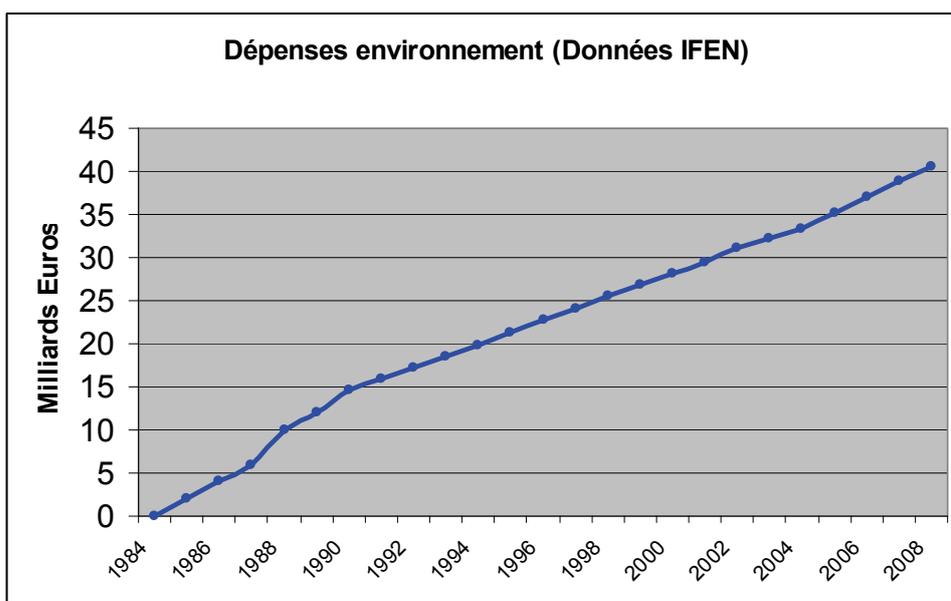


Figure 7 - Évolution de la dépense environnement en France, indicateur de l'activité environnement en géosciences (source IFEN).

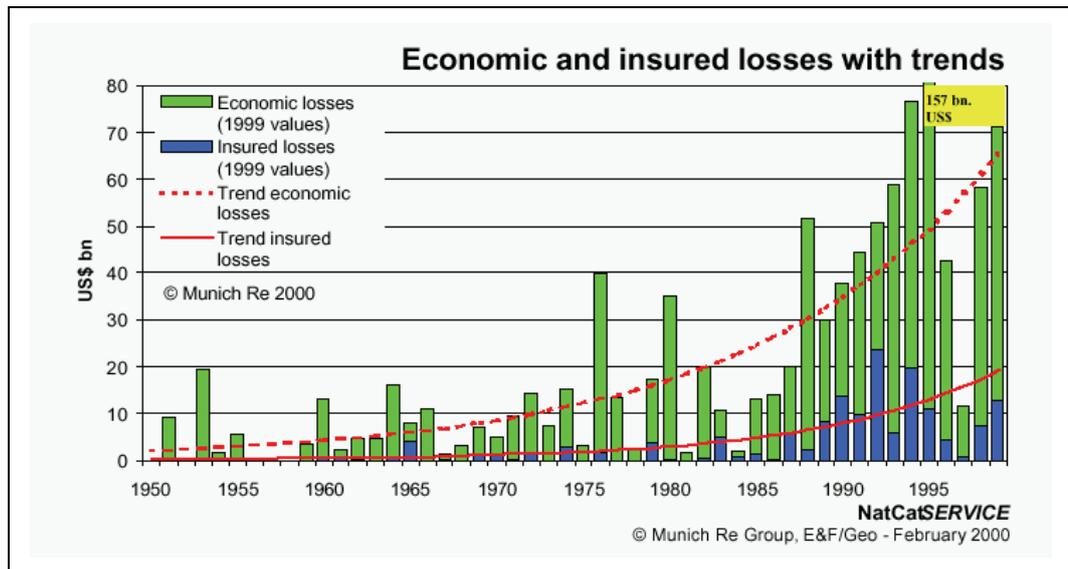


Figure 8 - Évolution économique des dépenses mondiales concernant les risques naturels (source : groupe de réassurances Munich de Ré).

Les courbes des dépenses environnement en France, comme celles des pertes économiques résultant des risques naturels dans le monde (donc les dépenses de prévention et de réparation) montrent bien le décollage d'une croissance soutenue de l'activité économique dans le champ de l'environnement durant la période 1985-2005.

À partir de 2005 apparaît un phénomène nouveau, venant se superposer au précédent : une demande particulièrement forte dans les principaux pays miniers (USA, Canada, Australie, Afrique du Sud)⁶ et pétroliers (Moyen-Orient, Afrique de l'Ouest). La soif des employeurs est d'autant plus forte que la récession y a été plus marquée au cours de la période 1985-2005 pendant laquelle les concentrations industrielles ont entraîné des licenciements massifs, notamment dans les secteurs de l'exploration. D'une part, il était plus intéressant d'acheter des mines et des gisements existants que d'en découvrir de nouveaux. D'autre part, les universités et les School of Mines, très liées à la demande industrielle, ont fermé au même rythme.

3.3. NOUVEL ÉLAN POUR LES GÉOSCIENCES, TIRÉ PAR LES PAYS MINIERS DEPUIS 2006

Répondant à la croissance des cours de métaux, les budgets de l'exploration minière atteignent un niveau élevé en 2006, et cette croissance se poursuit (fig. 9). Elle se localise dans les pays miniers ou dans les pays à forte industrie multinationale minière.

⁶ Le Service Géologique d'Afrique du Sud (CGS : Council for Geosciences) – titre du n° 22 de décembre 2007 de sa revue Geoclip : « *There has never been a better time to be involved in Geosciences* ».

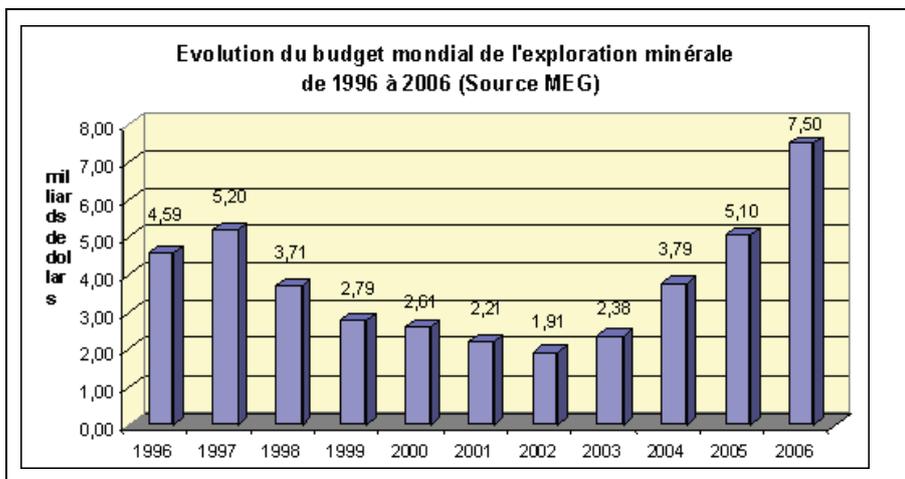


Figure 9 - Reprise de la croissance des dépenses d'exploration minière ces dernières années après un creux en 2002. En 2006, elles dépassent le niveau moyen des années 90.

Cette croissance des dépenses d'exploration n'est pas encore le fait des grands groupes. La reprise de ces dernières années semble indiquer une division du travail : ce sont les petites sociétés innovantes (les juniors, cf. fig. 10) qui assurent l'essentiel de l'exploration, les grosses compagnies se contentant de racheter les découvertes (ou les compagnies juniors elles-mêmes). Ces faits montrent que l'initiative peut appartenir à de petites structures souvent mues par des géologues innovants, et que les grands groupes miniers n'ont pas le monopole de la dynamique en géosciences.

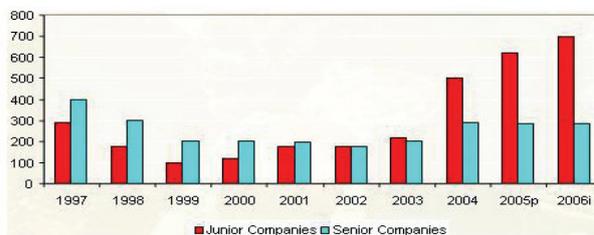


Figure 10 - La reprise de l'exploration minière n'est pas le fait des grands groupes mais de compagnies juniors.

À ce jour, l'exploration minière se localise essentiellement en Amérique latine, en Afrique, au Canada et en Australie. Les États-Unis restent un pays actif. L'Europe n'est pas visible dans le diagramme (fig. 11). La reprise est pourtant significative dans les pays scandinaves (Suède et Finlande notamment).

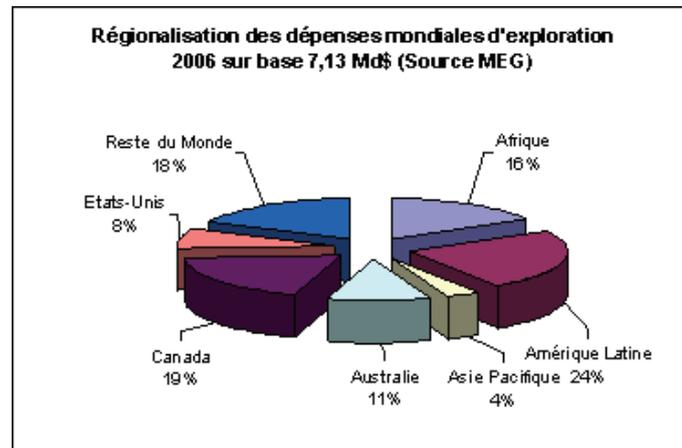


Figure 11 - Localisation géographique de l'exploration minière en 2006.

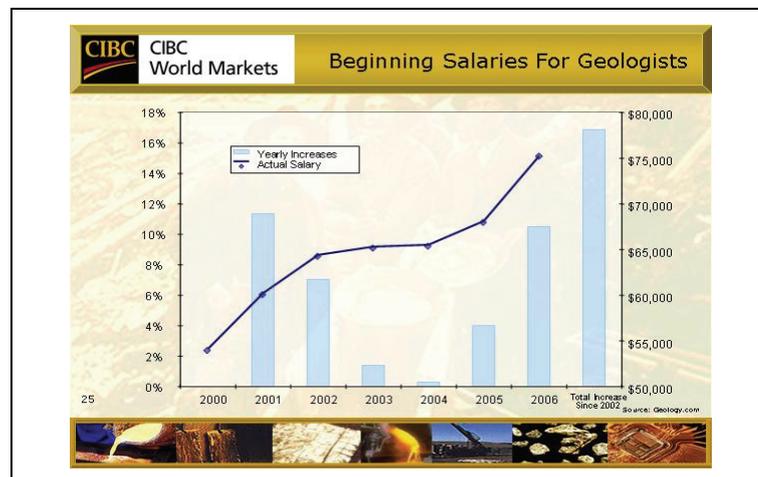


Figure 12 - Augmentation des salaires des géologues débutants pour l'exploration minière.

Cette croissance de la demande pour l'exploration minière se traduit par une demande en géologues miniers. L'offre ne répondant plus à la demande, les salaires grimpent (fig. 12). Le salaire pour un géologue débutant atteint aujourd'hui 100 000 \$ par an en Amérique du Nord ou en Australie.

3.4. LA DEMANDE PÉTROLIÈRE EST CONCOMITANTE (EN FORTE REPRISE DEPUIS 2005)

Au cours des vingt dernières années, la demande pétrolière a été fortement marquée par le jeu financier des entreprises, avec de nombreux rachats, fusions et regroupements, accompagnés de suppressions d'équipes, d'où une nette diminution des effectifs d'exploration (ex : rachat de Amoco par BP, de Elf par Total... ; le seul contre-exemple étant le rachat de Mobil par Exxon où les capacités ont été maintenues

dans les deux compagnies). Il en résulte – avec quelques accidents environnementaux (Erika...) ou des problèmes de RSE⁷, une image négative des sociétés pétrolières.

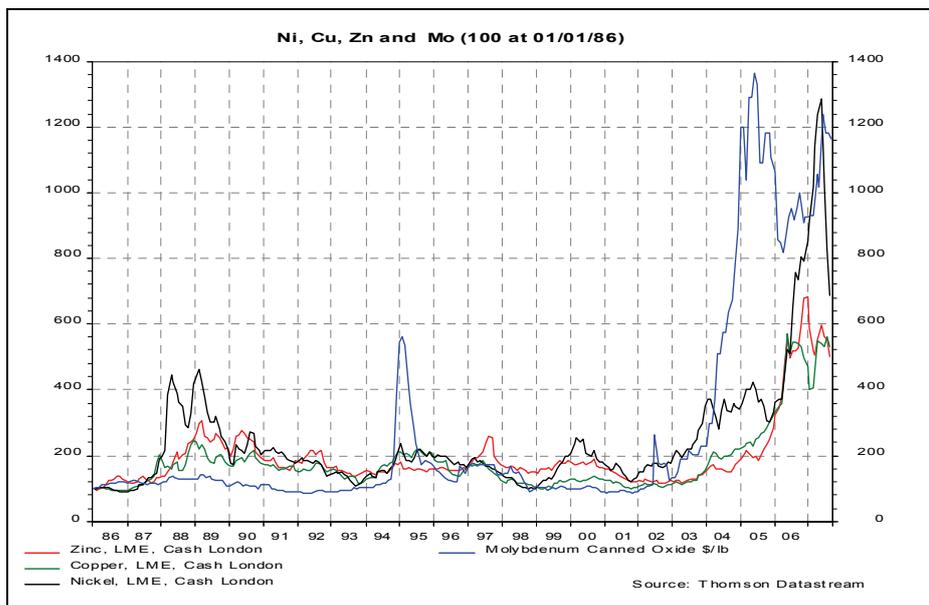
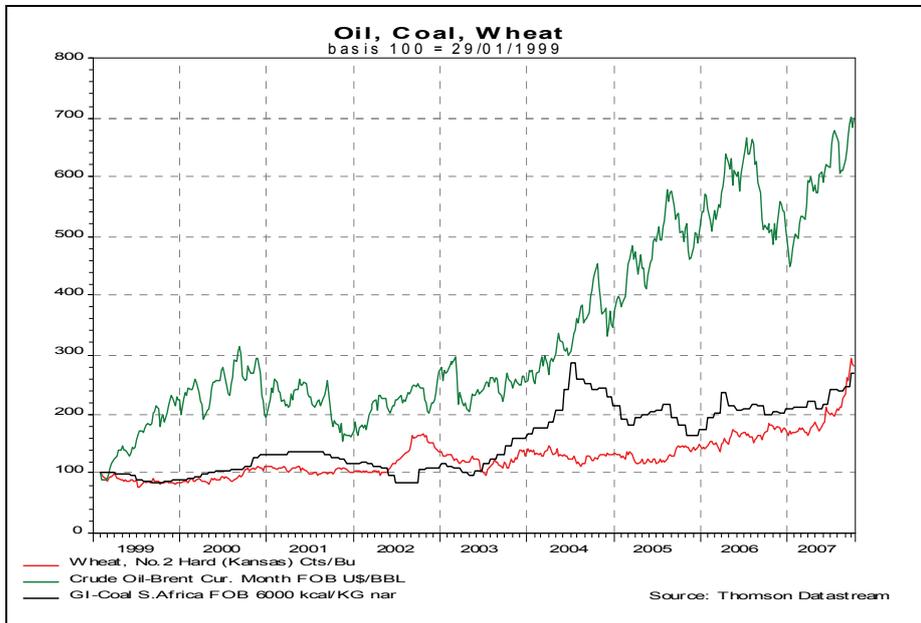


Figure 13 - La croissance des prix du pétrole (2004) a précédé celle des métaux de base (2006).

⁷ RSE : Responsabilité Sociale des Entreprises. Suivis pas des ONG, les indicateurs correspondants marquent l'image des entreprises pétrolière autant que les marées noires.

Aux États-Unis notamment, l'arrêt prolongé de la demande de l'industrie a entraîné une forte désaffection pour ces emplois, qui s'est traduit par la disparition des enseignants et la fermeture de nombreuses School of mines et autres formations universitaires. Ce sont les associations professionnelles (comme l'AAPG⁸) qui – au début des années 2000 – ont pris le relai en créant des fondations qui lèvent des fonds pour financer des bourses (jusqu'à 10 M\$ levés pour des formations en géologie).

Malgré ces efforts – et l'augmentation des salaires –, le nombre des vocations américaines en géosciences n'augmente pas, et il faut faire appel aux étudiants étrangers. Même l'encadrement fait défaut : les effectifs d'enseignants-chercheurs de la Colorado School of Mines, la plus prestigieuse des États-Unis sont pour plus de moitié des émigrés récents d'origine asiatique. Chevron et Shell installent des bureaux d'études en Inde et en Chine pour recruter des géologues et des ingénieurs. Exxon ouvre à Londres un bureau de recrutement international qui vise aussi les universités européennes (Delft et Imperial College) et asiatiques.

Selon Schlumberger, qui a étudié cette question pour le compte de la SPE⁹, l'industrie pétrolière doit faire face aujourd'hui à plusieurs challenges :

1. augmenter la production des gisements pour répondre à la demande ;
2. accéder à de nouvelles réserves ;
3. gérer le déclin des gisements matures ;
4. augmenter le recrutement après des années de faible emploi ;
5. conserver le savoir faire de personnels qualifiés partant à la retraite ;
6. accélérer le développement des professionnels techniques ;
7. opérer dans des sites de plus en plus reculés et difficiles ;
8. mettre en œuvre de nouvelles technologies.

Pour répondre à chacun de ces points, disposer des ressources humaines compétentes constitue un élément clé du succès.

Les retraites se font dans la profession pétrolière en moyenne à 55 ans, et une proportion importante des effectifs est âgée de plus de 45 ans (cf. fig. 4 p. 19). Il y a un manque de personnels dans la tranche 30-45 ans, avec les capacités requises de prise de décision et d'autonomie sur des projets critiques à plusieurs égards : exploration, développement et production. Il est donc nécessaire de recruter plus de jeunes,

⁸ AAPG : association des ingénieurs et géologues pétroliers.

⁹ Schlumberger Business Consulting, « Surviving the skills shortage » 2005, & 2006 upgrade.

d'accélérer le transfert vers eux de compétences des personnes en fin de carrières, car le personnel formé à mi-carrière n'est pas disponible. Compte tenu de la raréfaction des ressources, de l'intensité des dépenses d'exploration, les besoins en expertise géologique vont croître : il faudra des personnels plus nombreux et très compétents, pour travailler sur des cibles plus difficiles.

Schlumberger Business Consulting (SBC) a procédé à la compilation des données des 115 meilleures universités mondiales couvrant 70 % des universités actives en exploration ou production pétrolière. En examinant le nombre d'étudiants formés, le réservoir de personnels actuellement opérationnels, la croissance de la demande en personnels, les disponibilités à mi-carrière et le nombre de professionnels prenant leurs retraites il en résulte que, au total, on trouve assez d'étudiants formés pour répondre à la demande en techniciens pétroliers pour les dix prochaines années. Mais l'offre et la demande sont géographiquement très déséquilibrées et on souffre d'un déficit de personnel à mi-carrière, notamment en Europe et aux États-Unis.

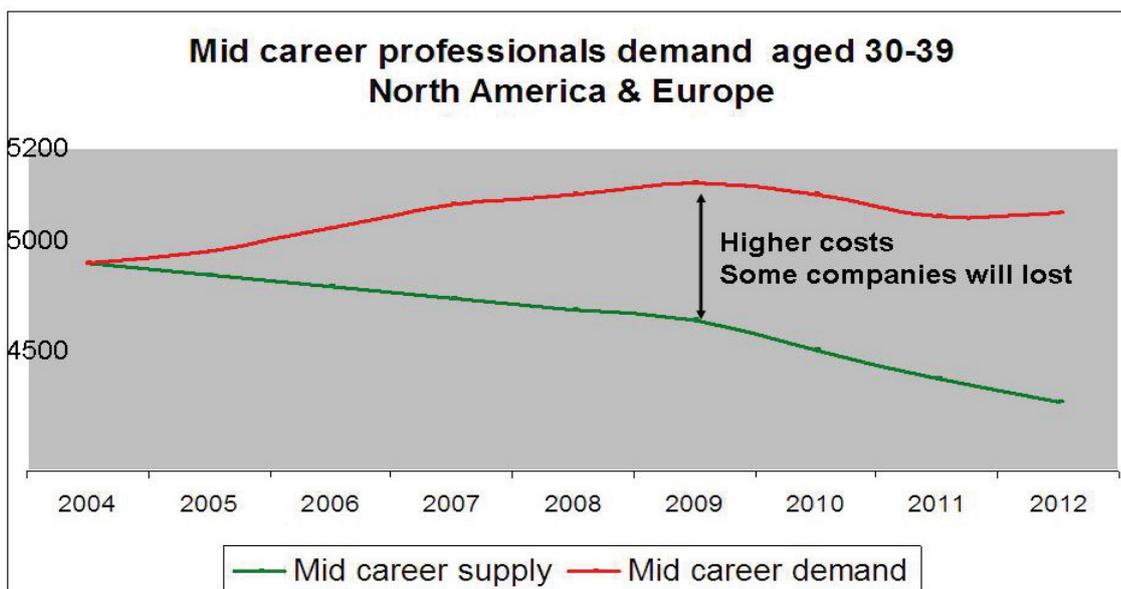


Figure 14 - Écart entre offre et demande en personnels formés de mi-carrière en Amérique du nord et en Europe dans la période 2004-2012 (source : SBC).

Pour leur part, l'IFP et l'ENSPM confirment cette forte demande internationale dans l'ensemble du secteur pétrolier, tirée par « les prix élevés du pétrole » et les nouvelles opportunités qui en découlent « pour les technologies énergétiques et environnementales »¹⁰. En fait, l'ensemble du secteur exploration-production peine à satisfaire la très forte demande mondiale (fig. 15) qu'il s'agisse des matériels, des forages, des bateaux et des plates-formes... ou des emplois en géosciences. Pour les

¹⁰ Brochure ENSPM, 28 p. 2007.

personnels, il s'agit d'une tendance très récente : jusqu'en 2003, les entreprises pétrolières faisaient des économies en fermant leurs secteurs de l'exploration production ; la situation a complètement basculé en 2005, avec une demande aussi soudaine que frénétique. Il en résulte que les salaires flambent et que les entreprises recrutent avant la sortie des universités et des écoles spécialisées.

Si la demande en personnels formés en géosciences est forte dans les « majors » qui « s'arrachent » littéralement les spécialistes à mi-carrière comme en sortie des formations spécialisées, la plus forte demande résulte en fait – c'est moins connu – des compagnies pétrolières nationales¹¹ qui tiennent « le haut du pavé » et assurent 85 % des recrutements.

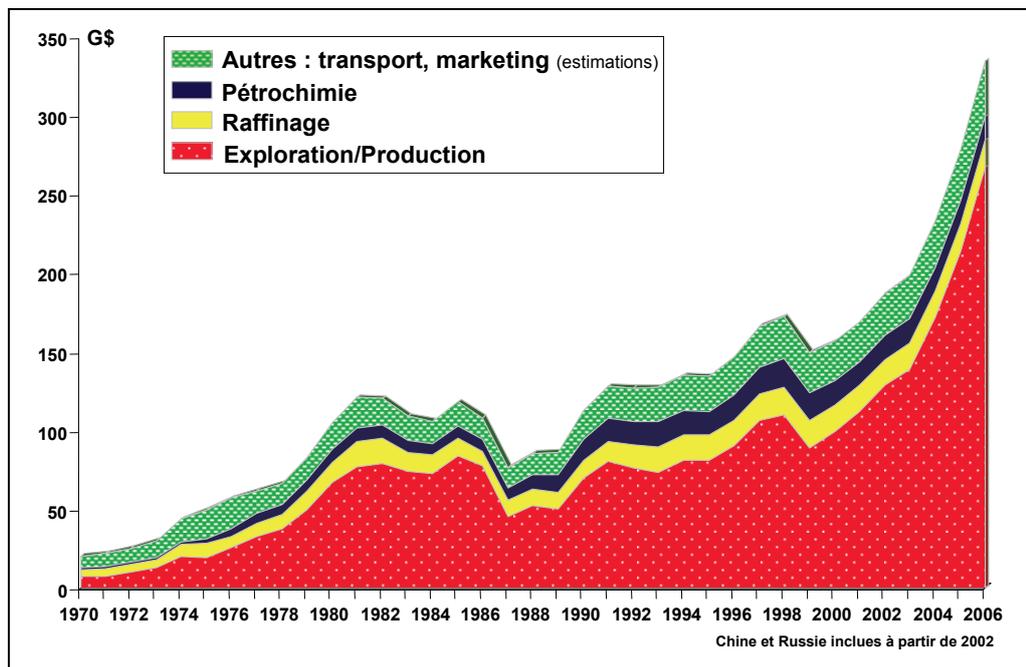


Figure 15 - Évolution des investissements pétroliers ; part de l'exploration-production (source : IFP).

¹¹ ARAMCO (Arabie), GASPROM (Russie), NIOC (Iran), PDV SA (Venezuela), PETROBRAS (Brésil), PETRONAS (Malaisie), PETROCHINA et SINOPEC (Chine).

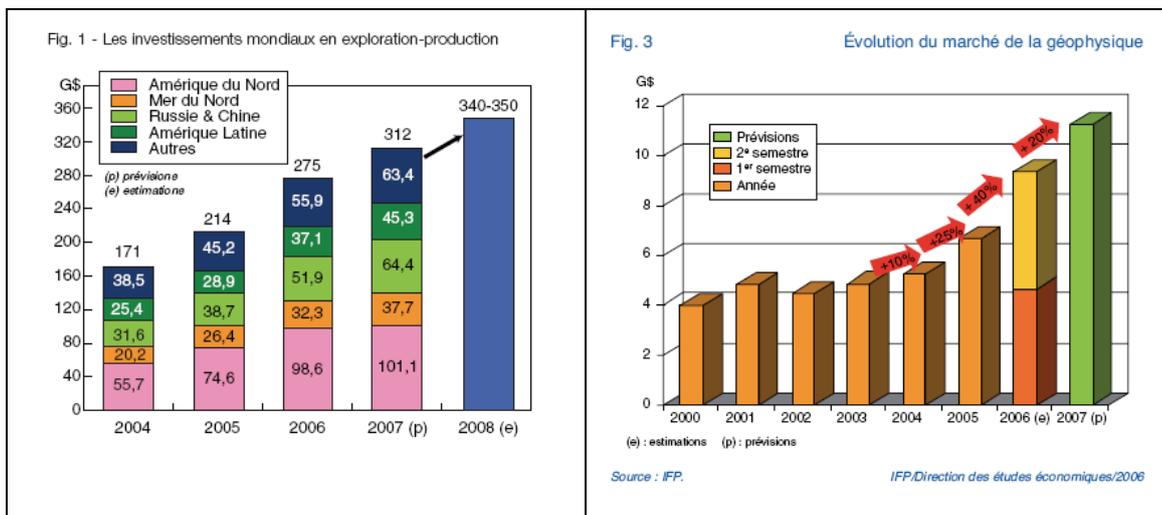


Figure 16 - Évolution des investissements mondiaux en exploration-production et plus particulièrement en géophysique ; observer la forte reprise entre 2004 et 2007 (source IFP 2007).

Cette demande sera-t-elle durable ? Pour l'ENSPM, les prévisions sont très difficiles, compte tenu du caractère traditionnellement cyclique de cette industrie. Néanmoins, il apparaît que la dernière grande vague de recrutements date de l'après choc pétrolier, dans la période 1979-1984 (voir fig. 1). L'étude des profils démographiques des personnels pétroliers en exploration-production (fig. 17) montre que la vague des départs commencera en 2011-2012 et durera au moins 5 ans. On en déduit que la demande devrait donc se poursuivre au moins jusqu'en 2020.

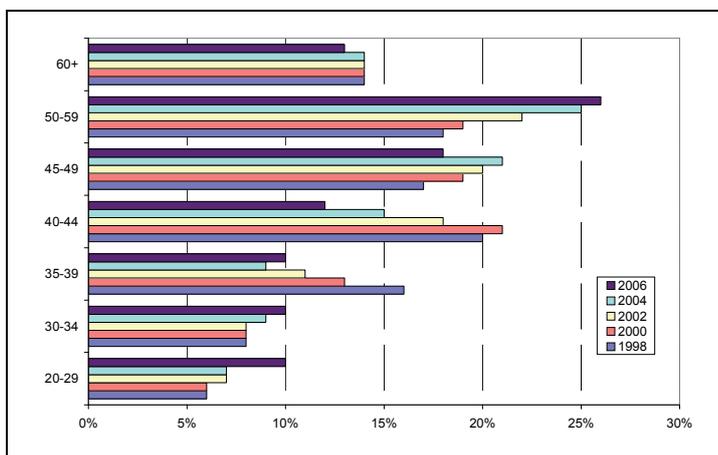


Figure 17 - Profils démographiques du secteur exploration-production pétrolière (source : SPE/ENSPM).

3.5. LA DEMANDE FRANÇAISE EN GÉOSCIENCES

3.5.1. Vue d'ensemble de la profession

L'inventaire des géologues réalisé par l'UFG (fig. 18) montre que l'on trouve en France environ 30 % des géologues dans l'**enseignement** et la **recherche** (35 %¹² BRGM inclus). C'est un secteur qui est très contraint par le renouvellement des postes de fonctionnaires.

Le secteur des **hydrocarbures** est un important employeur pour les géologues en France et à l'étranger. Ce secteur est évidemment dominé par Total (de l'ordre de 1 000 géologues et géophysiciens) avec de nombreux sous-traitants (bureaux d'études et entreprises de services du secteur parapétrolier) en géologie et géophysique pétrolière (ordre de grandeur d'une douzaine de structures totalisant plus de 200 géologues/géophysiciens). Il y a aussi quelques géologues auprès de « petits » pétroliers (Lundin, Maurel et Prom...).

Les **bureaux d'études et sociétés de travaux** dans le domaine de l'eau, de la géotechnique et de l'environnement constituent le premier secteur d'emploi en géosciences en France. Certains emploient un grand nombre de géologues avec ANTEA, BURGEAP, mais ils sont très nombreux à n'employer que quelques personnes. La tendance des années récentes a été à la concentration autour de grosses structures et à la multiplication des antennes ou filiales régionales comme le montrent les tableaux en annexe (N). À titre d'exemple, on donne la répartition des géologues (plus de 300) employés dans le domaine de la dépollution des sols et des eaux et qui sont membres de l'UPDS¹³.

Le secteur de l'**Équipement** (MEDAD¹⁴ aujourd'hui) englobe quelques géologues dans les services centraux (LCPC¹⁵ Paris et Nantes, SETRA¹⁶, CETU¹⁷...) mais ils sont beaucoup plus nombreux (plus de 70) dans les laboratoires régionaux (regroupés au sein des CETE)¹⁸. On en trouverait aussi quelques dizaines dans les DDE¹⁹.

¹² Le chiffre de 310 pour le BRGM est à peu près constant au fil des années (2003 et 2006). Il correspond à l'effectif de cadres géologues de formation, pas à celui de l'ensemble des cadres. Par ailleurs, si l'on considère les métiers, la répartition des cadres du BRGM est toute autre puisque ce ne sont pas les formations d'origine qui sont retenues (voir tabl. 3).

¹³ Union professionnelle des entreprises de dépollution de sites.

¹⁴ Ministère de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables.

¹⁵ Laboratoire central des ponts et chaussées.

¹⁶ Service d'études techniques des routes et autoroutes.

¹⁷ Centre d'études des tunnels.

¹⁸ Centres d'études techniques de l'Équipement : au nombre de 7, regroupant 16 laboratoires.

¹⁹ Directions départementales de l'équipement.

Parmi les **grands organismes**, l'ANDRA²⁰ emploie une quarantaine de géologues au siège et pour le suivi et la coordination des études sur le site de Bure. Au CEA²¹ et à l'IRSN²², on compte une trentaine de géologues. L'ordre de grandeur est le même à la SNCF dans la division Géotechnique de la direction de l'Équipement.

Le secteur des **mines**, où opère un très petit nombre d'acteurs français, est dominé par AREVA NC (ex COGEMA, avec 80 géologues, moitié au siège et moitié expatriés : Niger, Canada, Australie, Kazakhstan...). À ces chiffres, il faut ajouter les géologues embauchés locaux. Ainsi, pour le seul Niger, on trouve 16 expatriés et 28 embauchés locaux. Une cinquantaine de géologues travaillent à ERAMET (Nouvelle Calédonie, Indonésie et Gabon) et quelques-uns dans les autres sociétés minières de Nouvelle Calédonie (Goro Nickel, etc...).

Les géologues sont nombreux dans le secteur des **carrières**, que ce soit pour les minéraux industriels ou pour les pondéreux. L'UFG estime leur nombre à environ 200, soit quelques dizaines employés par les exploitants de minéraux industriels (Imerys, Talcs de Luzenac, Omya...) et de granulats (géologue environnement et foncier, responsable carrière, etc.), quelques géologues peu nombreux employés par les cimentiers, et un nombre plus difficile à cerner dans les entreprises de travaux publics.

Les **hydrogéologues** employés dans les **services publics ou assimilés** se retrouvent principalement dans les conseils généraux (une quarantaine), les Agences de l'eau (1 à 3 pour chacune des 6 agences), et dans une moindre mesure les DDAF²³ et les DDASS²⁴, parfois dans les structures régionales correspondantes ; on trouvera plus de détails en annexe sur le potentiel d'embauche dans ces établissements.

Dans le domaine du **patrimoine** et de la **culture**, les géologues sont peu nombreux malgré le grand nombre d'employeurs potentiels : 12 réserves naturelles nationales, 7 parcs nationaux, 45 parcs régionaux, une quarantaine de CCSTI²⁵ *sensu stricto* et partenaires, et de nombreuses associations qui œuvrent à la promotion, la valorisation et la pédagogie sur le patrimoine. Dans le chiffre proposé, nous englobons aussi les journalistes scientifiques de formation géologique estimés à une trentaine (cf. tableau en annexe).

²⁰ Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs.

²¹ Commissariat à l'énergie atomique.

²² Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire.

²³ Direction départementale de l'agriculture et de la forêt.

²⁴ Direction départementale des affaires sanitaires et sociales.

²⁵ Centre de culture scientifique, technique et industrielle.

Répartition globale des géologues (UFG, Décembre 2006 actualisé)		
Secteur	Nombre	Pourcentage
Enseignement universitaire public et privé	900	14,8
Écoles Ingénieurs	170	2,8
CNRS ST	600	9,9
IRD, IFREMER, MNHN	140	2,3
BRGM	310	5,1
TOTAL Enseignement supérieur – recherche	2 120	34,9
Sociétés d'études et travaux : eau, environnement, géotechnique	1 500	24,8
Hydrocarbures (dont IFP)	1 400	23,1
Equipement	140	2,3
Organismes divers (ANDRA, CEA, IRSN, SNCF...)	150	2,5
Mines, Carrières et TP	300	5,0
Hydrogéologues Fonction publique et Agences Eau	100	1,6
Parcs, Maisons, Musées, CCSTI, etc.	150	2,5
Divers	200	3,3
TOTAL général	6 060	100
Enseignement secondaire	2 800	

*Figure 18 - Répartition globale des géologues par catégories d'employeurs en France
(source UFG, 2006, actualisé)*

Au total, malgré la faiblesse de la demande industrielle au cours des 20 dernières années, les emplois offerts dans le domaine des géosciences en France ont principalement eu pour origine le secteur privé. Les entreprises, notamment pétrolières, minières et de services (géophysique, forages...) représentent 28 % des effectifs. Les bureaux d'études emploient près de 25 % des effectifs. Le secteur public (Universités, CNRS, BRGM...) est resté un employeur important (35 %).

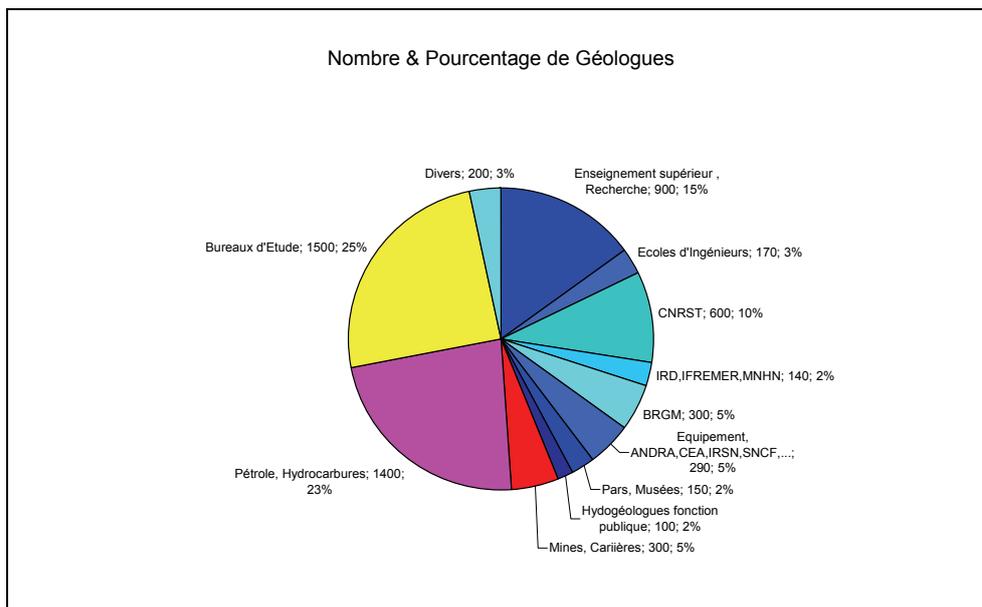


Figure 19 - Répartition des géologues par secteur d'activité professionnelle en 2006 en France (traitement de données de la figure 18 de source UFG).

En termes de flux, la situation est illustrée par les figures 20 et 21, portant sur les secteurs d'emplois des diplômés en géosciences. On constate que la localisation des diplômés se fait majoritairement dans les bureaux d'études et les entreprises (fig. 19). Cette tendance est accentuée en comparant les données 2006 et 2003. Une nette reprise s'observe dans le secteur pétrolier, les bureaux d'études et les employeurs publics, alors que l'enseignement supérieur amorce une décrue.

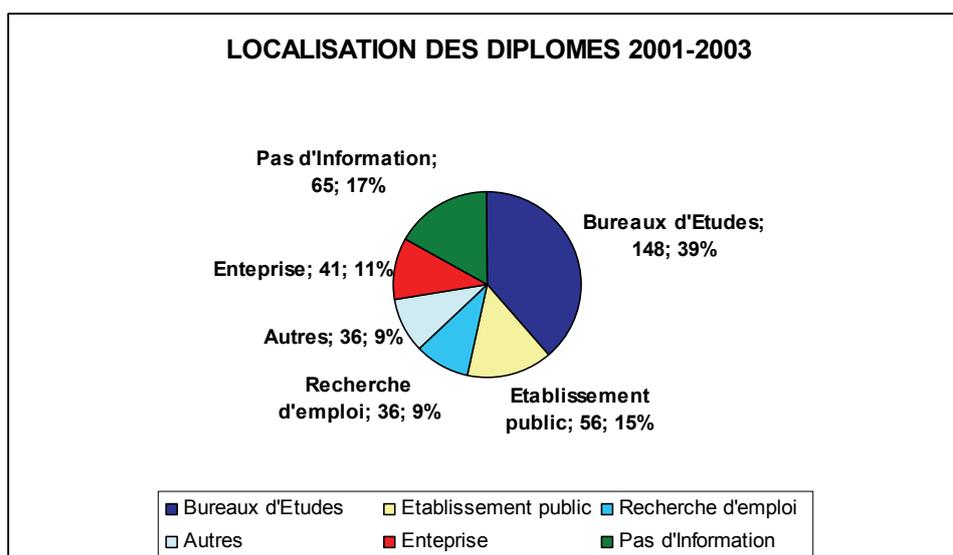


Figure 20 - L'emploi des diplômés en géosciences (sortie d'études) en France en 2003 (source : revue Géologues, compilée à partir des données des Masters et DESS).

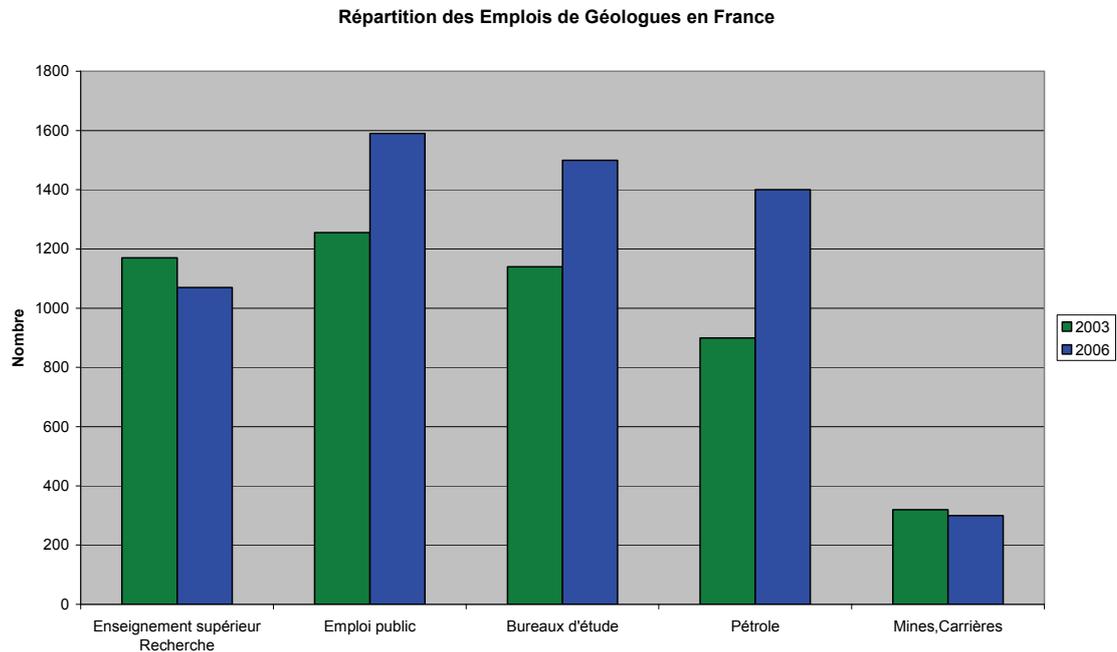


Figure 21 - Répartition des emplois de géologues en France en 2003 et 2006 hors enseignement secondaire (source : UFG, 2006).

3.5.2. La demande publique en France

L'enseignement secondaire des « Sciences de la Vie et de la Terre (SVT) » demande une double compétence. Les spécialistes en sciences de la Vie dominent parmi les professeurs de SVT, mais l'UFG estime à près de 20 % le nombre d'enseignants du secondaire disposant d'une formation solide en sciences de la Terre (2 800 sur un effectif total de 15 000 en SVT). Néanmoins, avec **755 enseignants agrégés et CAPES recrutés en 2004 et 475 en 2007**, c'est la demande en professeurs de Sciences de la Vie et de la Terre (SVT) dans l'enseignement secondaire qui « tire » la demande de formation universitaire. On observe une diminution du nombre de professeurs du secondaire recrutés entre 2004 (CAPES : 595 + agrégation : 160 = 755) et 2007 (CAPES : 370 + agrégation : 105 = 475), soit 180 personnes.

Les universités emploient environ 600 enseignants-chercheurs et 300 IATOS en Sciences de la Terre et de l'Univers. On compte en outre 500 contractuels (thésards compris). **Le flux annuel de recrutements – remplacement des partants à un pour un – est de l'ordre de 30**. Néanmoins, l'histogramme des âges des enseignants du supérieur en géosciences est instructif, tant pour expliquer la situation présente que pour les perspectives d'emplois futurs. La courbe est clairement bimodale, avec un pic dans les fins de carrières (60-65 ans) correspondant aux derniers représentants de la génération du baby-boom, et une bosse plus jeune (35-45 ans) correspondant aux recrutements de la période récente.

Par voie de conséquence, on doit s'attendre, passé le pic des départs des 5 prochaines années, à un recrutement relativement plus faible d'enseignants universitaires en géosciences dans les 20 prochaines années s'il ne s'agissait que de compenser les départs à la retraite dans ce secteur.

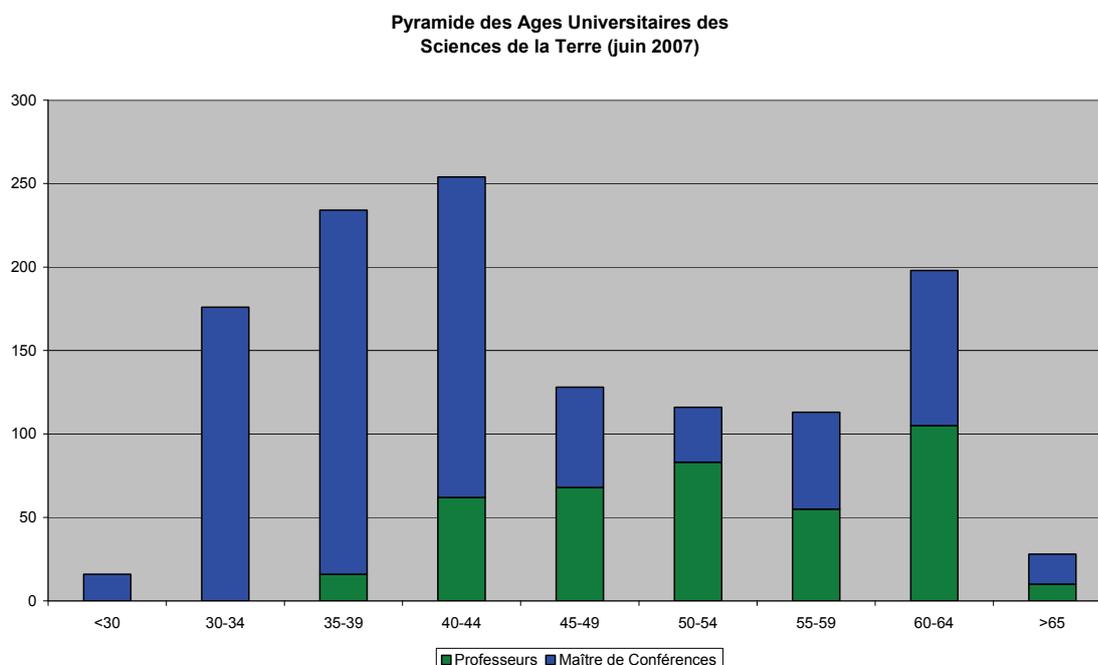


Figure 22 - Pyramide des âges des enseignants universitaires en géosciences (source : MENSUR).

Le CNRS emploie 350 chercheurs et 650 ingénieurs en Sciences de la Terre et de l'Univers, et **le nombre de postes ouverts pour les remplacements en géosciences est de 20 par an**.

Finalement, le total des recrutements en géosciences dans le secteur académique (Universités, CNRS-INSU, IPGP, IRD...) atteint **60 par an pour les postes statutaires et 100 par an pour les contractuels** (en considérant des durées moyennes de 5 ans pour les thésards, post-docs et CDD). La synergie enseignement supérieur-recherche assure à ces employeurs le vivier de compétences attendu. En outre, il n'y a pas de difficulté de recrutement dans la mesure où ces postes statutaires représentent à peine 10 % du « stock » des contractuels.

Le cas du **BRGM**, principal employeur public en géosciences, est intéressant en lui-même et pour les éléments indicatifs qu'il peut fournir sur l'ensemble de la profession compte tenu de ses fortes synergies « amont-aval ». Entre 1985 et 2005, c'est le secteur de l'environnement (eau, pollutions, déchets, risques géologiques...) notamment tiré par la mise en application des directives européennes, qui est venu relayer celui de l'industrie extractive, l'aménagement (géotechnique) restant également pourvoyeurs d'emplois. Le redéploiement à l'intérieur des métiers des géosciences au

cours de cette période est illustratif de cette évolution générale (fig. 23). Il est plus emblématique encore dans le domaine de « l'après-mines » (charbon et fer notamment).

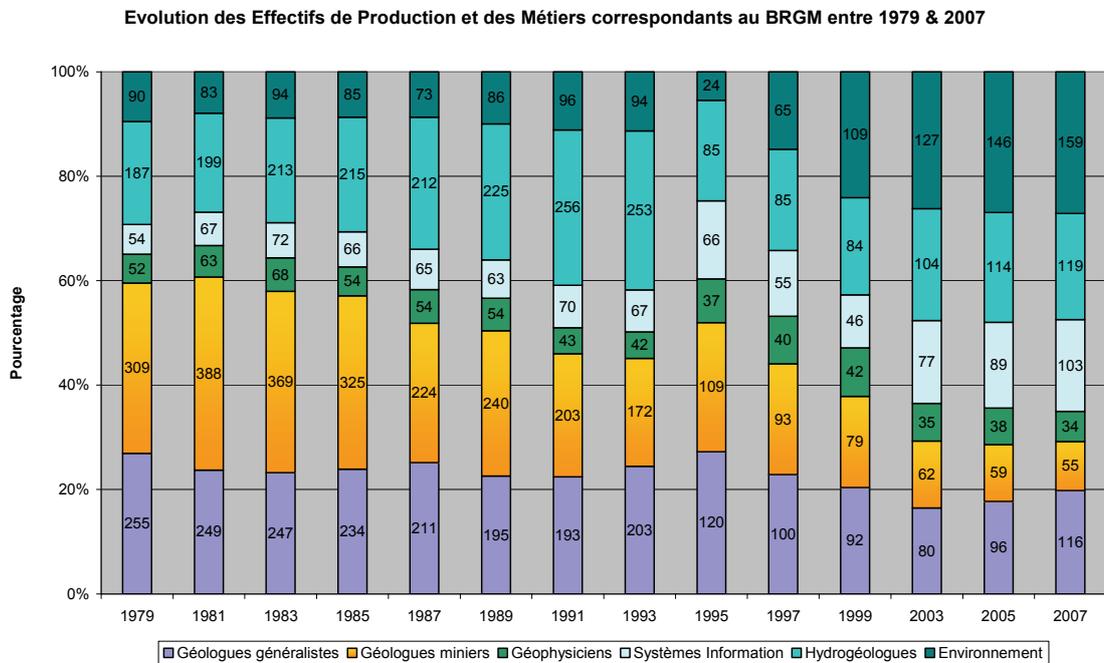


Figure 23 - Évolution des effectifs de production et des métiers au BRGM, avec notamment l'évolution respective des secteurs de la mine et de l'environnement sur 30 ans (source DRH/BRGM²⁶).

Tout laisse penser (croissance de la demande solvable qui lui est adressée, pyramide des âges...) que le BRGM continuera à recruter au rythme de ces dernières années, soit **une cinquantaine de géologues et ingénieurs par an**. Ces recrutements sont répartis sur tout le spectre des spécialités des géosciences, à parts plus ou moins égales entre grands écoles, doctorats, masters et Bac +2 à 4. Ils ont considérablement modifié la courbe démographique des agents du BRGM entre 2000 et 2007 (fig. 24).

Les données récentes recueillies par la DRH du BRGM indiquent une tension croissante sur le marché de l'emploi en géosciences. Alors que le nombre de candidatures spontanées a baissé de 2 170 en 2005 à 1 399 en 2007, le nombre de candidatures suite à campagne de recrutement est également en baisse (de 700 unités). À ce rythme, on peut craindre un tarissement en quelques années, alors que de réelles difficultés sont déjà perçues dans plusieurs domaines (modélisation hydrogéologique, géotechnique et risques, métallogénie, géologie de bassins..).

²⁶ Ces chiffres n'incluent pas certaines catégories de personnels spécialisés en géosciences occupant d'autres fonctions (encadrement, documentation, etc...).

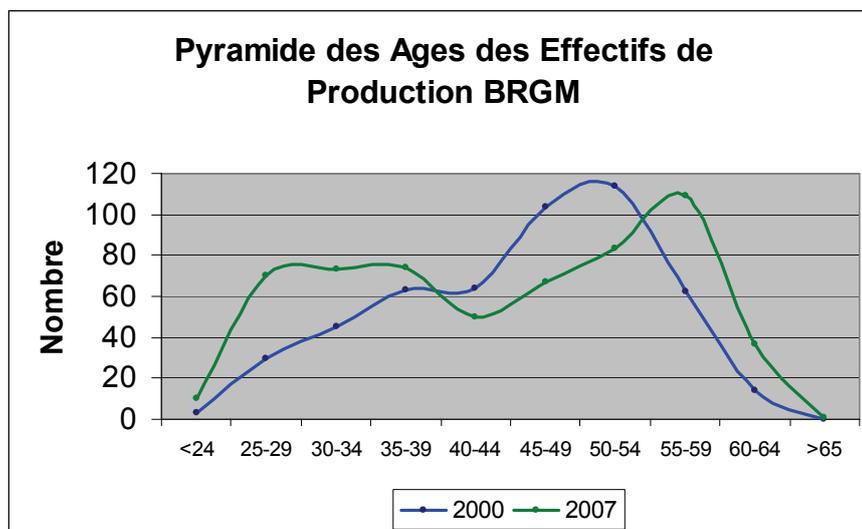


Figure 24 - Histogramme des âges des effectifs de production en géosciences du BRGM en 2000 et 2007 (source : DRH BRGM).

Dans le cas de l'IFP, si l'établissement confirme la très forte tension dans les métiers des géosciences au niveau mondial (tension actuelle et durable, du fait de la continuité de la demande et des profils démographiques « dans dix ans, la moitié des géologues pétroliers sera à la retraite » selon la SPE²⁷), il ne redoute pas de pénurie pour lui-même d'une manière générale. L'IFP emploie de l'ordre de 250 scientifiques et ingénieurs dans le domaine des géosciences (géologie, géophysique, géochimie, gisements, mécanique des sols). Sa pyramide des âges est normale, et sa politique de recrutement lui donne une grande souplesse. En outre, l'effectif est stabilisé dans le cadre du contrat d'objectif, et la mobilité interne et avec les filiales est forte. **Les recrutements annuels sont de 10 par an en géosciences.** Toutefois sur certains métiers ciblés, les difficultés de recrutement sont notables. En géosciences, c'est notamment le cas pour les ingénieurs de gisements (formations de géologues de réservoirs et d'ingénieurs de réservoir) où le déficit actuel dans le groupe IFP (y compris BEICIP) **dépasse 30 personnes**. Il existe des difficultés de recrutement également dans d'autres métiers, comme les ingénieurs process, les ingénieurs motoristes et généralement les modélisateurs (informatique appliquée). La contre-mesure consiste à développer les pré-embauches dans l'école maison, l'ENSPM.

Au plan international, l'IFP développe des partenariats de R&D avec ses homologues, et de plus en plus avec les compagnies pétrolières nationales elles-mêmes (qui contrôlent aujourd'hui 85 % de la production). Ainsi, le montage d'une équipe de recherche locale, incluant le management et la programmation de la recherche est en cours avec ARAMCO.

²⁷ SPE : Society of Petroleum Engineers.

Le CEA compte actuellement 15 600 salariés, dont 8 500 cadres, tous recrutés sous le statut unique d'« ingénieur chercheur » (à l'exception des cadres administratifs). La famille de métiers « Sciences de la Terre et environnement » (cf. ci-dessous), recense 118 agents dans les métiers répertoriés « environnement », « géochimie » et « géophysique ». Sur la période 2004-2006 (sur 2 ans 1/2), une dizaine de cadres ont été recrutés dans ces métiers, soit **4 par an en moyenne** (cohérent avec le turn-over classique d'une population de 120 personnes). En première analyse, sur ces programmes pour lesquels l'engagement du CEA est stable, ce rythme de recrutement devrait être maintenu à court et moyen terme. Le CEA met en outre sur le marché de l'emploi chaque année de l'ordre d'une dizaine de thésards et post docs qui ont acquis une formation par la recherche en géosciences au CEA, et n'éprouve pas de difficultés particulières à trouver des bons candidats pour l'instant. Mais sa cible n'est pas dans le cœur de métier des géologues et géophysiciens prospecteurs.

L'investigation n'a pas été plus poussée auprès des autres **EPST (IRD) et EPIC (IFREMER, INERIS)** de recherche, mais CEA inclus, le total des recrutements ne doit pas dépasser **10 par an en géosciences**.

3.5.3. La demande domestique privée

Depuis 2005, bien que la France ne soit pas un grand pays pétrolier ou minier, on perçoit néanmoins une croissance des emplois des géologues, tirée par le secteur pétrolier, ce qui correspond à un notable renversement de tendance. Le secteur minier (peu développé en France) n'a commencé à remettre en cause sa politique malthusienne qu'à partir de 2007 (fig. 19). Ce n'est qu'à partir de 2008 que l'on pourra mesurer son effet sur l'emploi (encore décroissant dans les mines et carrières entre 2003 et 2006).

Les interviews réalisées (voir annexe 1) permettent de faire le point concernant la demande des entreprises française en géosciences. Pour les bureaux d'études, nous avons rencontré BURGEAP et ANTEA.

BURGEAP, société française d'ingénierie de l'environnement (audits, conseils, maîtrise d'œuvre, assistance technique, réalisations clé-en-main) a un chiffre d'affaires périmètre du Groupe de 50 M€ en 2007 et emploie 600 collaborateurs, dont 30 à 40 % de géoscientifiques. Le recrutement est fait dans les meilleures formations nationales pour ce qui concerne l'encadrement (ENSG, ENSM, Hydraulique de Grenoble, Agro, Université Paris Sud...), mais également dans les universités de province notamment pour les postes dans les antennes régionales.

L'entreprise n'a pas rencontré ces dernières années de problème de recrutement (de l'ordre de 70 par an, pour moitié en géosciences), mais s'attend à des difficultés du fait de la reprise de la demande pétrolière et minière, qui prélève des parts croissantes des promotions géoscientifiques, et offre de salaires beaucoup plus attractifs pour les jeunes recrues (jusqu'au double). Cette tension ne porte pas encore sur les géologues universitaires mais sur le « très haut niveau ». La solution actuelle consiste à renforcer la présence dans les grandes écoles tout en prospectant désormais sur des formations initiales d'ingénieurs des nouvelles écoles

(cf. ESEM Orléans, ISIM Montpellier) et à développer la formation interne et sur projets.

ANTEA est une société de service dont l'activité s'exerce essentiellement en France (80 % du CA, 20 % à l'export), constituée à partir d'une filialisation en 1993, puis d'une cession du BRGM en 2003. Avec un chiffre d'affaires de 50 M€ en 2007, elle emploie 410 personnes (500 en comptant les contrats locaux à l'étranger). Son chiffre d'affaires croît de 5 à 10 % par an, son activité restant centrée sur les géosciences, qui correspondent à 90 % de l'activité (le solde incluant les risques industriels et l'hydraulique de réseaux). Sur 330 ingénieurs et cadres, on en compte 300 dans les géosciences : géotechnique, hydrogéologie, géologie de l'environnement (déchets, sols pollués, décharges...). L'objectif de l'entreprise est d'atteindre un effectif de 460 en fin d'année 2008, soit le recrutement d'une centaine de personnes compte tenu des départs (une vingtaine par an). **ANTEA devrait continuer à recruter une centaine de personnes par an sur les trois prochaines années, dont 80 en géosciences.**

Les recrutements sont faits pour moitié à partir des grandes écoles spécialisées (ENSG et Polytech Grenoble, Orléans ou Poitiers), et pour moitié à partir des masters universitaires : Bordeaux III, Paris XI et VI, Montpellier, Toulouse, Limoges, Chambéry. Les recrutements de docteurs sont rares (ils répondent rarement aux besoins de production), sauf s'il s'agit d'ingénieurs-docteurs. Les formations des écoles - notamment ENSG - sont jugées particulièrement bien adaptées aux besoins de l'ingénierie. Mais ANTEA note une tension sur l'emploi qui s'accroît d'année en année : il n'est plus possible d'offrir un CDD avant un CDI à la sortie des écoles d'ingénieurs, et il faut payer le prix (30 000 € minimum, sortie école ; 27 000 pour les masters universitaires). Mais d'autres critères jouent de plus en plus chez les jeunes recrutés (de plus en plus féminisés - à 50 % ou plus - alors que les effectifs sortants sont à 95 % masculins !), à côté des salaires (qualité du travail, mobilité géographique, rapprochement de conjoints, loisirs...). Quant aux agents à mi-carrière (35-45 ans), il est devenu quasi-impossible d'en trouver.

Concernant les métiers, les tensions sont particulièrement fortes sur la géotechnique, la modélisation des réservoirs, et la dépollution (au niveau technicien, ANTEA note un manque de géomètres et de dessinateurs-projeteurs.) L'entreprise noue des partenariats informels sous forme d'accueils de stagiaires rémunérés (années de césure des écoles notamment) et formations assurées par des agents d'ANTEA (Bordeaux, Orléans, Poitiers, Nancy...).

Pour l'activité minière et extractive, nous avons rencontré AREVA, ERAMET et GORO Nickel, ainsi que LAFARGE et l'UNICEM.

AREVA (61 000 salariés, 8 600 recrutements en 2006) dispose d'une branche amont qui représente 12 000 salariés et 2,9 MM€ de chiffre d'affaires en 2006. C'est une société intégrée couvrant la totalité de la filière nucléaire. Les autres producteurs d'uranium sont des sociétés minières diversifiées, ce qui relève d'une certaine logique lorsque l'uranium est coproduit avec du cuivre, comme en Australie. En troisième ligne derrière BHP (qui produit de l'ordre de 4 000 t/an et prévoit de passer à 14 000 t/an – mais moyennant un investissement de 15 MM\$, ce qui n'est pas fait ! - à Olympic Dam

en Australie) et RTZ (qui détient des gisements en Namibie et en Australie), AREVA vient de se fixer comme objectif stratégique de devenir le premier producteur mondial d'uranium (ce qui deviendra un objectif hors de portée si les deux premières fusionnent). AREVA détient un bon portefeuille au Canada, notamment dans la province du Saskatchewan où il exploite les gisements de McClean Lake et de McArthur River en association avec CAMECO, en difficulté sur son projet phare de Cigar Lake que AREVA souhaite développer. D'autres projets sont à l'étude dans d'autres provinces canadiennes incluant le Québec et le Nouveau Brunswick.

L'activité minière d'AREVA a souffert de fluctuations stratégiques puisqu'en 2000, l'entreprise a procédé à un plan social qui a entraîné le départ de la plupart de ses géologues ; elle a vendu des actifs miniers jusqu'en 2004. Aujourd'hui, outre le développement de son portefeuille, elle repart en exploration « grassroot » sur des idées nouvelles. Son équipe de géosciences, reconstituée très récemment, compte 230 personnes dont 80 à Paris. Le plan de recrutement en cours vise à doubler les effectifs en 2020, pour passer à 150 personnes au siège et 400 personnes à l'étranger. **Soit 10 personnes par an en moyenne pour la France et 20 à l'étranger jusqu'en 2012, et la moitié ensuite.** Les profils recherchés sont des géologues métallogénistes (mais il y en a très peu sur le marché !) et à défaut des géologues universitaires (sédimentologues, structuralistes, hydrogéologues, géochimistes...) ou généralistes de l'ENSG.

L'abandon de l'enseignement de géologie minière de l'ENSMP est déploré (cf. Baudouin, charbon), seules les formations CSMAT offrent des personnels (étrangers) intéressants. AREVA souhaite le développement d'une filière universitaire de géologie minière en France, incluant métallogénie et minéralurgie, s'intéressant aux sujets des entreprises françaises (U, Pt, carrières...) et qui soit « **un pôle d'excellence européen en géologie minière** » et du meilleur niveau mondial. En effet, à côté des formations d'ingénieurs l'ENSG, sur laquelle pèse une concurrence pétrolière, est très forte ; l'industrie minière a besoin de personnels plus spécialisés encore en métallogénie. Outre des géologues de niveau master et thèses, un module de haut niveau, sur le modèle ENSPM serait bienvenu (promotions de 10 à 20 par an, pour le marché français, européen et international).

Pour l'**UNICEM**, il n'est pas possible de fournir un chiffrage précis de la demande dans les métiers des géosciences, mais on peut affirmer que celle-ci ne faiblira pas et restera soutenue sur la période. Les profils qui seront recherchés sont les suivants :

- géologue pour la recherche de sites et la production de l'industrie minière : carrières, chaux, ciment, gypse, charges minérales, minéraux industriels, granulats, roches ornementales ;
- géologue géotechnicien (et hydrogéologie et géophysicien) pour la connaissance des supports des travaux de fondations, de terrassements, de tunnels, y compris les fondations maritimes, pour le bâtiment, l'aménagement et l'industrie (y compris énergie, éoliennes par exemple). Études précises de portances des sols et du sous-sol (tenant compte des contraintes climat : par exemple retrait-gonflement sols argileux...) ;

- hydrogéologues pour diagnostic et évaluation des nappes phréatiques, notamment en lien avec les travaux de prévention des crues ; en lien avec hydrologues, pour l'étude des bassins versants et des bassins d'expansion (ruissellement, infiltration, confluences, vitesse d'écoulement, modélisation des ondes de crues...). Ces métiers se rapprochent de ceux qui seront par ailleurs sollicités pour le littoral : études hydrogéologiques d'appui au génie civil (érosion, sédimentation, courants, tempêtes, etc...).

D'ores et déjà, des difficultés apparaissent pour recruter dans les métiers du logging, du forage, de la géophysique de terrain. On manque de personnels qualifiés en géothermie (optimisation des systèmes avec pompes à chaleur).

Parmi les développements attendus, sont cités, outre la géothermie, le stockage du CO₂, et généralement les métiers de la mesure (de terrain, de laboratoire, d'expérimentation), de calcul (simulation, modélisation, représentation...) et de traitement numérique des données satellitaires (interprétation, cartographie, superposition et fusion de données multi-sources...) notamment dans l'optique de développer des modèles prédictifs (en géologie comme pour la prévision des récoltes).

Le groupe Lafarge (85 000 personnes dans 75 pays) appartient à l'UNICEM. Sa branche granulats est le principal employeur de géologues. En France, il est le premier producteur (12 à 13 % du marché évalué à 420 Mt en 2007), avec 50 Mt produits en 2007 sur 400 sites. Le service géologique central emploie 6 géologues. Il répond à la demande des 4 régions françaises, notamment aux « responsables foncier – environnement » des exploitants (soit 50 personnes dont 17 géologues). Il doit également répondre aux demandes des filiales étrangères. Lafarge Angleterre est également bien doté (20 géologues pour 20 Mt produits). Par contre, on trouve peu de géologues dans le groupe outre atlantique. Les autres branches (béton, ciment, plâtre...) emploient aussi des géologues (une dizaine pour le ciment et le plâtre), et on en trouve en outre une quinzaine dans le management du groupe. Il existe aussi des centres techniques à l'étranger (notamment Kuala Lumpur et Pékin) qui emploient des géologues (essentiellement locaux).

La profession du granulat s'est dotée d'un centre technique, l'ENCEM qui réalise environ le tiers des études géologiques, notamment pour les petits exploitants. On compte 20 bureaux régionaux, avec au moins un géologue par bureau (soit 25 géologues au total à l'ENCEM).

Au total, on doit compter une centaine de géologues chez les exploitants du secteur, sans compter les bureaux d'études auxquels ils font appel. Si l'on ajoute les minéraux industriels, on atteint un total de 130 géologues directement employés par l'ensemble des industries extractives (matériaux + minéraux industriels). Les géologues sont essentiellement universitaires, mais on compte aussi quelques ingénieurs ENSG et de La Salle-Beauvais (ex. : IGAL).

Confirmant les propos de l'UNICEM, selon Lafarge-granulats, la profession - qui recrute de l'ordre de 6 géologues par an - n'éprouve pas de difficulté particulière de recrutement. Le profil le plus recherché est celui de géologue ayant une expérience

d'exploitation de carrière. Les Écoles des Mines d'Alès et de Douai forment des ingénieurs d'exploitation, et il existe un DUST « Pierres et Carrières » à Saint-Étienne avec des promotions de 20-25 élèves. *C'est insuffisant, et il en va de même pour les forages, domaine où il n'existe pratiquement pas de formation.* Néanmoins, de nombreuses carrières arrivent en fin de vie en France, et les travaux préalables à une ouverture sont très longs (de l'ordre de 10 ans) et consommateurs d'expertise géologique. De ce fait, les recrutements devraient croître à l'avenir.

Pour le secteur du nickel et du manganèse, nous avons rencontré les responsables concernés à ERAMET et GORO Nickel.

ERAMET exploite des mines de nickel en Nouvelle Calédonie et en Indonésie et de manganèse au Gabon. L'entreprise française emploie plus d'une centaine d'ingénieurs dans le secteur des géosciences, pour moitié des géologues et pour moitié des ingénieurs des mines et de minéralurgie. Les recrutements actuellement, et visés pour les prochaines années, sont de l'ordre de 10 à 20 par an au niveau « Cadre », pour ces deux activités (auxquelles s'ajoute le niobium à Maboumine, Gabon) moitié ENSG, moitié universitaires et écoles de mines. ERAMET ressent fortement la tension sur les recrutements particulièrement sur les « mid careers », profils sur lesquels les différentes sociétés sont très avides de l'expérience accumulée. La société a mis en œuvre une gestion des emplois et compétences pour avoir une gestion anticipée de mouvements et des plans de succession et pérenniser ses structures. Un poste de « Chargé de relations avec les Écoles » a été créé pour permettre de développer des partenariats, de multiplier les stages sur site.

INCO installe l'usine de Goro Nickel, une opération d'envergure qui mobilisera 3 000 à 4 000 emplois permanents, dont 225 dans la mine. À titre d'exemple, les profils d'emplois actuellement recherchés pour l'activité minière sont les suivants :

- géologue Bac +5 Science de la Terre ;
- géomètre/topographe Bac +2 Géomètre/topographie ou génie civil ;
- ingénieur mine Bac +5 ou Diplôme d'école d'ingénieur des mines ;
- ingénieur géotechnique Bac +5 ou Diplôme d'école d'ingénieur des mines ;
- technicien géotechnique Bac +2 de spécialité ;
- technicien géologue Bac +2 Géologie appliquée, DEUST Géosciences ;
- échantillonneur CAP – BEP ;
- opérateur engins miniers CAP CETP - BAP Tombereau et pelle en butte - Permis PL ;
- technicien mine Bac +2 DEUST Mine ;
- technicien revégétalisation Bac – Bac +2 - BTA - BTSA - DEUST Revégétalisation ;
- agent d'environnement CAP, BEP, CFP de secteur - CAP, BEP Agricole ;
- botaniste Bac +5 – Botanique.

Le troisième opérateur (Falconbridge/Xstrata), sur le site de Koniambo, prévoit également 3 à 4 000 recrutements.

Les plans de recrutements sont du même ordre de grandeur dans les trois compagnies concurrentes de Nouvelle Calédonie, auxquelles il faut ajouter les mineurs locaux. **Au total, on peut évaluer la demande de l'industrie minière de Nouvelle Calédonie en géosciences s.s. à au moins 30 par an.** Il s'agit nécessairement de francophones, et les entreprises cherchent à privilégier le recrutement local, ce qui impliquerait d'engager une politique de sélection de bacheliers néocalédoniens pour les encourager dans des études de géosciences en métropole²⁸.

Toutes les entreprises minières en Nouvelle Calédonie rencontrent de réelles difficultés en matière de ressources humaines en géosciences :

- d'une part, il a toujours été difficile de trouver des personnes qui apprécient à la fois et dans la durée l'expatriation et la vie minière, loin de la ville (Nouméa à plusieurs heures de voiture) ;
- d'autre part, la tension actuellement très vive sur les métiers des géosciences, notamment du fait de la proximité de la très forte demande australienne, entraîne un risque de turn-over élevé ;
- il est très rare de trouver, sur le marché, des géologues formés à l'exploration, la métallogénie, l'exploitation minière ou la minéralurgie, du fait de la capacité insuffisante des formations dans ces domaines.

Pour l'activité pétrolière et parapétrolière, nous nous sommes entretenus avec Total, Schlumberger, CGGVeritas et l'IFP.

Aux entreprises minières françaises ou opérant sur le territoire français, il faut ajouter les entreprises opérant en pays francophones, Canada et Afrique notamment, qui recherchent des personnels en géosciences. Il faut ajouter aussi les entreprises intervenant dans le secteur minier, et mentionner un groupe comme **Bouygues**, qui développe – à la manière de CGG ou de Schlumberger pour le pétrole – des services d'exploitation de carrières et de mines à ciel ouvert de plus en plus intégrés, incluant des géologues, géotechniciens et ingénieurs des mines.

Total distingue trois profils en géosciences (« 3G ») : **géologues de bassins, géophysiciens et ingénieurs (de réservoirs et de production)**. Ces effectifs 3G du groupe totalisent 1 900 personnes. Le recrutement a été de 100 personnes par an jusque dans les années 2000, et il est passé à 200 par an aujourd'hui, chiffre annoncé stable jusqu'en 2015. Sur ces **200 recrutements par an, de 50 à 70 sont faits sur le marché français**, les autres étant embauchés localement dans les filiales.

Pour la France, les recrutements 3G se répartissent comme suit :

²⁸ L'ACESTE, association basée à Toulouse, encadre la formation en métropole de personnels originaires de Nouvelle Calédonie. Ainsi, une demi-douzaine de géologues ont été formés par cette filière à l'ENSG.

- ingénieurs : Grandes Écoles (X, Mines, ENS, Hydraulique Grenoble, Centrale...) ;
- géologues : 50 % Universités, 50 % ENSG ;
- géophysiciens : 70 % GE, 30 % universités, mais principalement à l'étranger (Imperial College) ;
- Total recrute également à l'ENSPM.

Schlumberger est la société leader mondiale en services pétroliers, avec 80 000 employés dans le monde dont 1 500 en France où elle a un de ses sièges (il en existe un autre à Houston) à Paris et un centre de R&D à Clamart. Le recrutement est très internationalisé, avec des proportions géographiques d'origines des employés proches des chiffres d'affaires régionaux (Asie, Moyen-orient, Amériques, Russie...), même s'il existe un fort brassage ensuite dans l'entreprise (20 nationalités dans les 50 premiers managers). Les géosciences représentent le dixième des effectifs, répartis en trois professions : géologues, géophysiciens et ingénieurs de réservoirs (l'ingénierie de forage et le logging n'est pas compris dans ces chiffres).

Les recrutements en géosciences sont en croissance rapide, du fait de la demande pétrolière, et en leur sein plus particulièrement le métier de géologue, à cause du succès de la formule IPM (Integrated Project Management) formule de service intégrée aux NOC (ex. PEMEX), venant s'ajouter au DCS (Data and Consulting Services) traditionnel. Schlumberger recrute **50 personnes par an en France, dont une vingtaine en géosciences (ENSG, ENSPM, Universités) et une vingtaine dans les grandes écoles (X, Centrale, Supélec, ESPCI, ENSM). L'entreprise recrute 6 000 ingénieurs et techniciens par an dans le monde**, dont 1 000 en mid-careers dont la moitié en géosciences. Dans cet ensemble, les géosciences représentent aujourd'hui 1 000 recrutements par an, moitié en début et moitié en mi-carrière. Pour répondre à ses besoins, la compagnie a plusieurs centres de formation propres : 1 200 personnes formées par jour en permanence (500 pour le seul campus Schlumberger d'Abu Dhabi). Ce chiffre énorme s'explique par le turn-over élevé, notamment les trois premières années. Dans sa relation avec le monde universitaire, Schlumberger a choisi quelques dizaines d'universités dans le monde avec lesquelles sont développés conjointement des partenariats de :

- recrutement ;
- recherche partenariale ;
- cours, formation (année sabbatique) ;
- présence dans les instances d'orientation (CA).

En général, grâce à cette politique, Schlumberger ne rencontre pas de problème de recrutement malgré la croissance de la demande en géosciences. À l'exception notable des États-Unis où les salaires pétroliers sont très élevés (100 000 \$/an pour un

BSC débutant), et où la main d'œuvre manque chez les natifs (une faible proportion les nombreux étrangers formés parvient à disposer du « RTW » *i.e.* de carte de travail).²⁹

Le groupe CGGVeritas, présent dans les Services et dans les équipements sismiques via sa filiale Sercel, dispose d'un effectif mondial de plus de 8 000 personnes, représentant 40 nationalités différentes et réparti sur plus de 50 implantations, depuis sa naissance suite à la fusion effectuée début 2007 entre l'entité historiquement française (CGGVeritas) et la société américaine Veritas.

CGGVeritas a un effectif en France de près de 1 700 personnes dont la moitié est constituée de cadres et ingénieurs. Pour satisfaire ses besoins de croissance et de renouvellement de personnel, CGGVeritas recrute actuellement près de 1 000 personnes par an à travers le monde, dont près de 200 en France, principalement des ingénieurs et des techniciens.

Les profils d'origines peuvent varier (géologues, géophysiciens, ingénieurs électroniciens, informaticiens, mécaniciens...) mais la formation interne et permanente, dispensée par une Université intégrée et naturellement enrichie par l'expérience de terrain, tend à lisser les capacités.

Cette importance attachée au développement des employés, sur le plan de leurs compétences techniques, a permis à CGGVeritas de pourvoir à ses besoins, en dépit d'un manque évident de géophysiciens entrant sur le marché du travail, et dans le contexte d'un marché concurrentiel de la sismique où l'expertise est très recherchée. L'important est la motivation des candidats et leur aptitude à la mobilité culturelle et géographique plus que la spécialisation initiale. La recherche des « talents » se fait indépendamment de la spécialisation du cursus.

3.6. LES NOUVEAUX MÉTIERS DES GÉOSCIENCES

En plus de ces éléments émanant de la demande directe des opérateurs, il faut aussi prendre en considération les nouveaux métiers émergents, du fait des politiques publiques (climat notamment) ou des changements technologiques (spatial, TIC...). Les géosciences connaîtront à n'en pas douter dans les 20 prochaines années des développements dans les champs suivants :

- l'éco-conception minière et plus généralement de l'industrie extractive qui devra inventer des systèmes à faible impact écologique (voire zéro impact) alors que les teneurs des minerais et ressources énergétiques vont aller décroissants ; il faudra aussi développer des approches intégrées, compatibles avec un habitat dense (rendre les exploitations acceptables dans le paysage européen) ;
- le stockage géologique du CO₂, dans des environnements variés, répondant à des règles de sûreté solidement établies et reconnues du public ;

²⁹ Cette situation fait que les étudiants américains, pré-recrutés par l'industrie au niveau bachelors, n'ont aucun intérêt à poursuivre les études au niveau master et PhD, où la proportion d'étrangers dépasse désormais 75 %.

- les stockages de déchets nucléaires superficiels et profonds, dans les pays qui vont s'équiper en centrales atomiques ;
- la géothermie, tant superficielle – avec pompes à chaleur – que profonde (profondeur variable) pour la production de chaleur et d'électricité, et le stockage géologique de l'énergie ;
- les applications spatiales, notamment pour l'aménagement (interférométrie, multispectral...);
- les applications des technologies de l'information pour la gestion des bases de données, la modélisation spatiale et temporelle, l'interopérabilité des données, et la visualisation (réalité virtuelle augmentée).

Il est évidemment difficile de chiffrer précisément les emplois correspondants, ou plus précisément d'assurer le calendrier de montée en charge de ces métiers, qui dépendront bien évidemment de la mise en œuvre des politiques climatiques (enjeu du « post-Kyoto ») et de l'évolution du prix de l'énergie de référence (*i.e.* du pétrole). Mais il ne fait pas de doute que ces besoins émergents aujourd'hui se consolideront dans les 10/20 ans qui viennent. Ils feront appel à des spécialités des géosciences qui correspondent pour l'essentiel à celles déjà sollicitées pour l'exploration et la production minière et pétrolière (géologie de terrain, géophysique et géochimie appliquée), ainsi que les métiers de la géotechnique, de l'hydrogéologie, et de l'informatique géologique.

3.7. LES EMPLOIS DANS LES SOCIÉTÉS ÉTRANGÈRES

On ne dispose pas de données statistiques sur les emplois en géosciences occupés par des français dans les sociétés étrangères, mais il s'agit sans doute d'un chiffre non négligeable, tant ces spécialistes sont recherchés. Le déficit actuel – et à venir – est tel (plusieurs milliers d'individus/an) que des jeunes bien formés et prêts à s'expatrier trouveront à coup sûr un emploi rémunérateur. Former jusqu'à 100 étudiants ou ingénieurs par an supplémentaires ne constituerait pas un objectif déraisonnable. C'est une perspective intéressante pour les individus concernés, mais aussi pour l'économie nationale en apports directs et indirects.

4. L'offre : les formations en géosciences

4.1. TENDANCES MONDIALES

Après les chocs pétroliers des années 70 et la montée des problèmes concernant l'environnement depuis le milieu des années 80, les étudiants en géosciences, devant l'atonie du marché de l'emploi dans les ressources minérales, se sont détournés des formations universitaires en exploration-production et des filières géologie des écoles des mines et ont investi des cursus tournés vers les problèmes écologiques, l'aménagement, les risques naturels et les ressources en eau.

La plupart des universités devant la décroissance de la demande ont alors commencé à fermer les cursus concernant les problématiques des ressources minérales et énergétiques. Cette tendance s'est particulièrement vérifiée aux États-Unis, où les universités à spécialité géologique et les School of mines ont rapidement décliné (avec au moins une fermeture par an), à l'exception notable de la Colorado School of Mines dont le prestige est resté intact au fil de ces années noires.

Plus généralement, dans le monde aujourd'hui, l'éducation dans plusieurs spécialités classiques du domaine des géosciences est en crise. Durant les deux dernières décennies, le nombre d'« Écoles des mines » a décru de 30 % en moyenne. Rien n'a été fait pour anticiper la reprise. Ce sont les pays les plus réactifs qui subissent le plus la crise de l'emploi en géosciences. En effet, la demande est aujourd'hui la plus forte dans les pays miniers et pétroliers anglo-saxons (États-Unis, Canada, Australie...) qui ont été les plus rapides à fermer leurs formations universitaires.

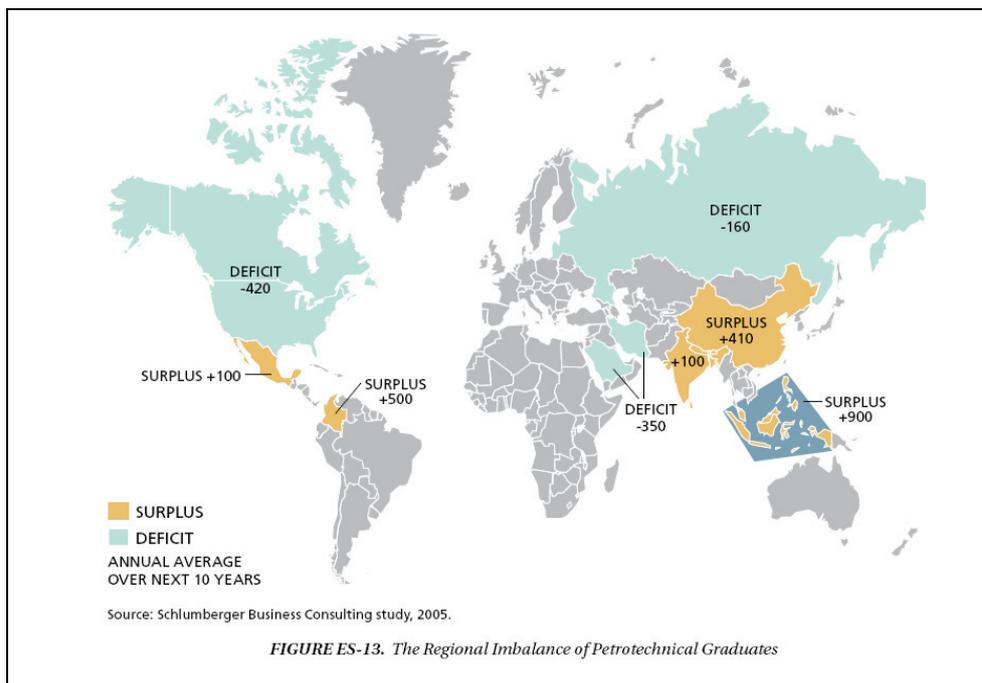


Figure 25 - Carte des déficits et surplus en compétences en géosciences pétrolières dans le monde selon le NPC américain (Hard Truths, 2007, d'après Schlumberger, 2005).

Il ne semble pas que les pays européens se soient mieux préparés à affronter la conjoncture nouvelle. Si l'Union Européenne a soutenu depuis plusieurs années déjà un réseau d'écoles des mines – dont la France est visiblement absente – dans le cadre du programme Erasmus EMMEP³⁰ (fig. 26), les informations recueillies auprès des services géologiques européens (enquête Eurogeosurveys) confirment depuis un an ou deux le déficit général en matière de formation en géosciences. Nos collègues du BGR ont fourni des chiffres concernant les géophysiciens dans l'ensemble Autriche-Suisse-Allemagne. Ils montrent un net recul des étudiants formés en géophysique, qui passent pour les diplômés (niveau master) de 220 en 1994 à 75 en 2005, et pour les thésards (niveau doctorat) de 86 à 40 dans la même période (fig. 27). Au point que le quotidien « Die Zeit » s'en soit ému pour titrer en octobre 2003 « les sciences de la nature manquent de relève ».

³⁰ <http://www.emmep.org/>.

EMMEP
Erasmus Mundus Minerals and Environmental Programme

FEMP
Federation of European Mineral Programs

3 Programs
9 Universities
60 Students per Year
1 Golden Chance for You!

Website: www.femp.org
Contact: info@femp.org

European Mining Course
European Mineral Engineering Course
European Geotechnical and Environmental Course

Program	Universities
EMC (Mining Engineering)	Aachen, Exeter, Delft, Helsinki
EMEC (Mineral Engineering)	Aachen, Exeter, Delft, Helsinki
EGEC (Geotechnical and Environmental Engineering)	Miskolc, Wroclaw, Exeter

Figure 26a - Le programme européen Erasmus EMMEP fédère les écoles de mines européennes, et concerne 60 étudiants par an dans 9 universités.

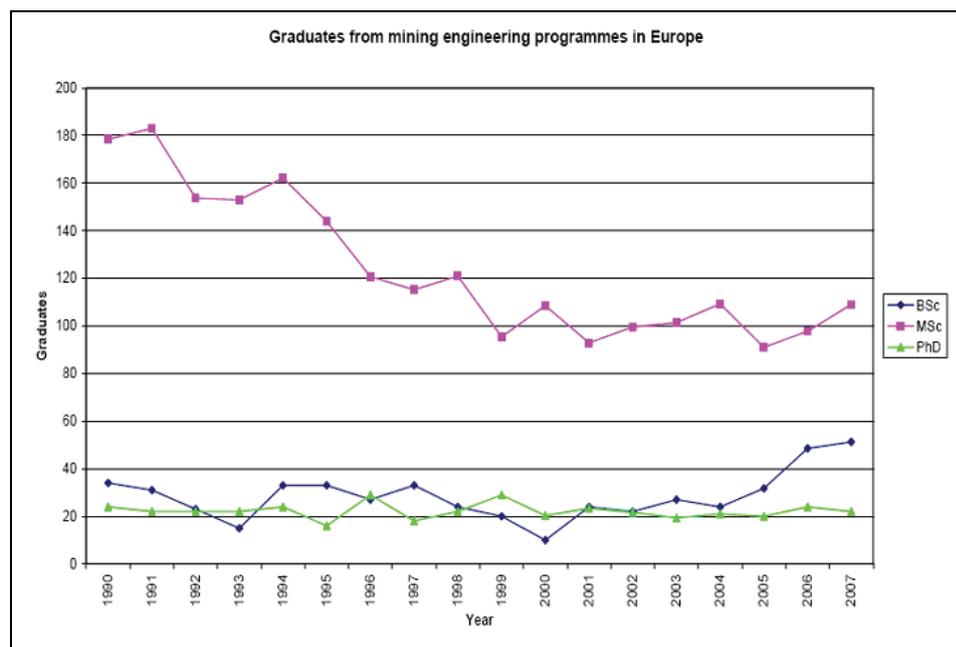


Figure 26b - Évolution du nombre annuel de diplômés en ingénierie minière en Europe de 1990 à 2007 (source : RTZ, TAIEX workshop, février 2008).

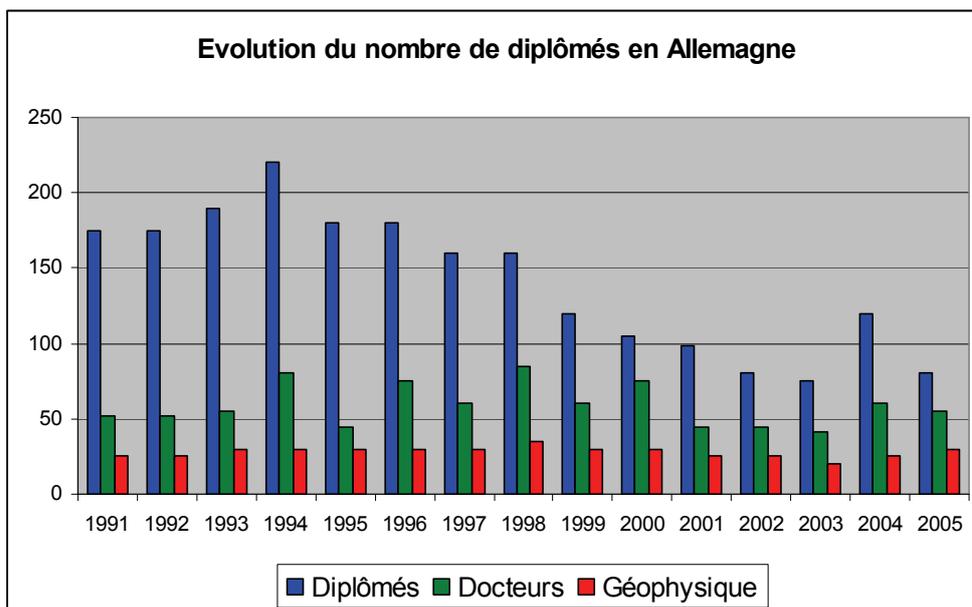


Figure 27 - Évolution du nombre de diplômés, docteurs et formations en géophysique en Allemagne entre 1991 et 2005.³¹

4.2. CARACTÉRISTIQUES DES FORMATIONS UNIVERSITAIRES ET DES GRANDES ÉCOLES EN GÉOSCIENCES EN FRANCE

Au cours des 30 dernières années, si le nombre des étudiants en géosciences a régulièrement diminué, le nombre des formations universitaires en géosciences n'a pas réellement baissé. La demande pour l'enseignement secondaire des SVT (les Sciences de la Terre sont au programme du baccalauréat) a permis de maintenir une formation dans pratiquement toutes les universités malgré la baisse de la demande de géologues sur le marché privé. Cette bonne tenue de l'enseignement public en géosciences en France, contraste avec la situation des pays anglo-saxons (Canada, États-Unis, Australie...) où l'enseignement supérieur a été rapidement affecté par la décline de la demande en géologues sur la période 1985-2005.

³¹ (source : Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft, 2006).

4.2.1. Les formations universitaires en géosciences

a) Avant la réforme LMD : les DESS et les DEA³²

Selon les informations recueillies par l'UFG³³, il y avait en 2004 25 DESS de Sciences de la Terre qui pouvaient se ventiler en sept grandes catégories :

1. géologie générale 5 (Besançon, Bordeaux 3, Orléans, Paris 6 – ENSG, Dijon) ;
2. ressources minérales, matériaux 2 (Nancy 1, Orléans) ;
3. énergie, hydrocarbures 0 ;
4. hydrogéologie, ingénierie de l'eau : 4 (Avignon, Bordeaux 3, Grenoble 1, Metz) ;
5. aménagement, géotechnique, risques : 5 (Bordeaux 3, Caen, Clermont-Ferrand, Montpellier 2, Paris 6 – CNSM – ENSMP) ;
6. risques environnement, déchets : 7 (Caen-Rouen, Dijon, Lille 1, Nancy 1, Nice, Paris Sud, Strasbourg 1) ;
7. géophysique : 2 (Paris 6, IPGP).

Les catégories 4 à 6 correspondaient en fait à des formations très polyvalentes en aménagement, géotechnique, hydrogéologie, environnement, l'accent étant mis, selon le cas, sur un ou plusieurs de ces domaines, avec parfois une approche tertiaire (aspects juridiques et/ou économiques). Les autres étaient plus spécialisés soit sur des méthodes (informatique, géophysique), soit sur des domaines particuliers (ressources minérales,) ou plus généraux. **Sur la période 2001-2003, on trouve en moyenne annuelle 425 diplômés.** 22 autres DESS ne relevant pas des Sciences de la Terre *sensu stricto* participent à la formation de géologues. Pour 2001-2003, les chiffres obtenus donnent une trentaine de géologues supplémentaires.

Concernant les DEA, le recensement réalisé en 2003 donnait 42 diplômes que l'on pouvait répartir dans les sept mêmes groupes, pour un **total d'environ 380 diplômés** :

1. géologie générale (Grenoble 1, Montpellier 2, Nice, Paris 6, Paris 11 Clermont-Ferrand, Lyon 1, Saint-Étienne, Lille 1, Lyon 1, Montpellier 2, Paris 6, Poitiers) ;
2. ressources minérales, matériaux (Nancy 1, Orléans) ;
3. énergie, hydrocarbures (Paris ENSMP, Paris 6) ;

³² DESS : Diplôme d'Études Supérieures Spécialisées ; DEA : Diplôme d'Études Approfondies.

³³ Étude réalisée par G. Sustrac, actualisée à notre demande.

4. hydrogéologie, ingénierie de l'eau (Avignon, Grenoble 1, Montpellier 2, Paris ENSMP, Paris 6, Paris 11) ;
5. aménagement, géotechnique, risques (Nancy 1, Paris 6) ;
6. risques, environnement, déchets (La Rochelle) ;
7. géophysique (Paris 6, Paris 7).

Globalement, le cumul DESS + DEA en moyenne annuelle sur la période 2001-2003 donnait quelques **800-850 diplômés par an**.

4.2.2. Depuis la réforme LMD

Le tableau joint en annexe présente la liste des masters en vigueur en 2008 au niveau du master 2. Il faut rappeler que les masters sont classés selon des domaines (souvent science, technologie, santé, pour les sciences de la Terre), qui englobent des mentions, elles-mêmes recouvrant des spécialités et ces dernières, des parcours.³⁴

En 2007, la liste des masters correspondant aux sept domaines répertoriés s'établit à 97. Ils se répartissent dans les universités suivantes :

1. géologie générale : 31 (Aix-Marseille 3, Besançon, Caen, Clermont-Ferrand, Dijon Grenoble 1, Lille 1, Lyon 1, Nancy 1, Montpellier, Orléans, Paris 6, Paris 7, Poitiers Rennes 1, Strasbourg 1, Toulouse 3) ;
2. ressources minérales, matériaux : 12 (La Rochelle, Nancy 1, Orléans, Paris 7 Toulouse 3) ;
3. énergie, hydrocarbures : 2 (Montpellier 2, Paris 6, Pau) ;
4. hydrogéologie, ingénierie de l'eau : 19 (Aix-Marseille 2, Bordeaux 1, Brest, Caen, Rouen Grenoble 1, Lille 1, Nancy 1, Montpellier 2, Paris 6, Perpignan, Poitiers, Rennes 1, Toulouse 3) ;
5. aménagement, géotechnique, risques : 25 (Aix-Marseille 3, Bordeaux 1, Clermont-Ferrand, Dijon, Grenoble 1, Lille 1, Lyon 1, Nancy 1 Montpellier, Nice, Paris 6, Paris 7, Strasbourg 1, Toulouse 3, Chambéry) ;
6. risques environnement, déchets : 3 (Aix-Marseille 3, Strasbourg, Tours) ;
7. géophysique : 6 (Paris 6, Paris 7, Pau, Rennes 1).

³⁴ C'est un dispositif compliqué qui n'est source de clarté pour personne, ni les enseignants, ni les étudiants, ni les employeurs.

Il apparaît que de nombreux masters ont été créés lors du passage au LMD. Soit par éclatement d'un ancien DESS ou DEA généraliste pour renforcer ou individualiser certaines spécialités, soit par une création ex nihilo que la procédure d'habilitation³⁵ des masters a permis.

La comparaison est à prendre avec précaution³⁶. Concernant le nombre de diplômés 2007 et d'inscrits 2007-2008³⁷, nous obtenons au niveau du M2 (tableau ci-dessous) :

Diplômés 2007 et inscrits 2007-2008 dans les masters Professionnel et Recherche		
Diplôme	Diplômés 2007	Inscrits 2007-2008
Master Professionnel	583	625
Master Recherche	426	415

En comparaison avec les chiffres des diplômés des DESS et des DEA, on constate que les nouveaux masters ont gonflé les effectifs de façon significative. Ces chiffres englobent des non géologues que les statistiques ne permettent pas de différencier. L'ensemble donne un ordre de 1 000 diplômés par an (fig. 28a) mais il est vraisemblable que des doublons existent entre les deux catégories de masters surestimant les valeurs réelles.

La figure 28b confirme la croissance du nombre de doctorants de 350 en 2 000 à près de 500 en 2007 cohérent avec le nombre d'inscrits dans les Masters Recherche.

Les lettres de cadrage pour les 4 vagues d'habilitation³⁸ des diplômes (A à D) recommandent maintenant l'adoption d'un titre unique qui ne fasse pas référence aux termes « professionnel » ou « recherche »³⁹.

³⁵ Rappelons que cette habilitation a lieu tous les 4 ans, délai parfois ramené à 2 ans pour les diplômes qui ont pris la suite des IUP notamment.

³⁶ Chiffres établis en prenant comme unité le M2 (parcours en général, parfois spécialité) ; avec comme filtre le niveau de la spécialité, ce nombre est sensiblement réduit et plus en cohérence avec le nombre des anciens DEA et DESS.

³⁷ Il existe une « règle » de 10 étudiants minimum par an pour maintenir un master qui ne se vérifie pas toujours.

³⁸ Les diplômes sont nationaux, et l'habilitation est revue tous les 4 ans. Mais l'université elle-même a sa propre vision des domaines qu'elle souhaite privilégier. Par ailleurs, l'évaluation des masters par l'AERES (qui formule un avis auquel le chef d'établissement a 15 jours pour répondre, avis et réponse étant rendus publics), devrait peser sur le choix et le contenu des masters.

³⁹ Selon l'enquête de l'UFG, certains responsables de MP souhaitent conserver une formule qui a fait ses preuves au niveau des débouchés, avec un contenu de cours sensiblement différent, la présence d'enseignants professionnels dans le MP et un stage différencié, en entreprise dans le MP et en laboratoire dans le MR. D'autres considèrent que le taux de recouvrement entre MP et MR est élevé.

Avec la mise en place de la loi LRU⁴⁰, les établissements ont largement gagné en autonomie et à masse salariale supposée constante vont avoir beaucoup de latitude dans le choix des formations qu'ils privilégient.

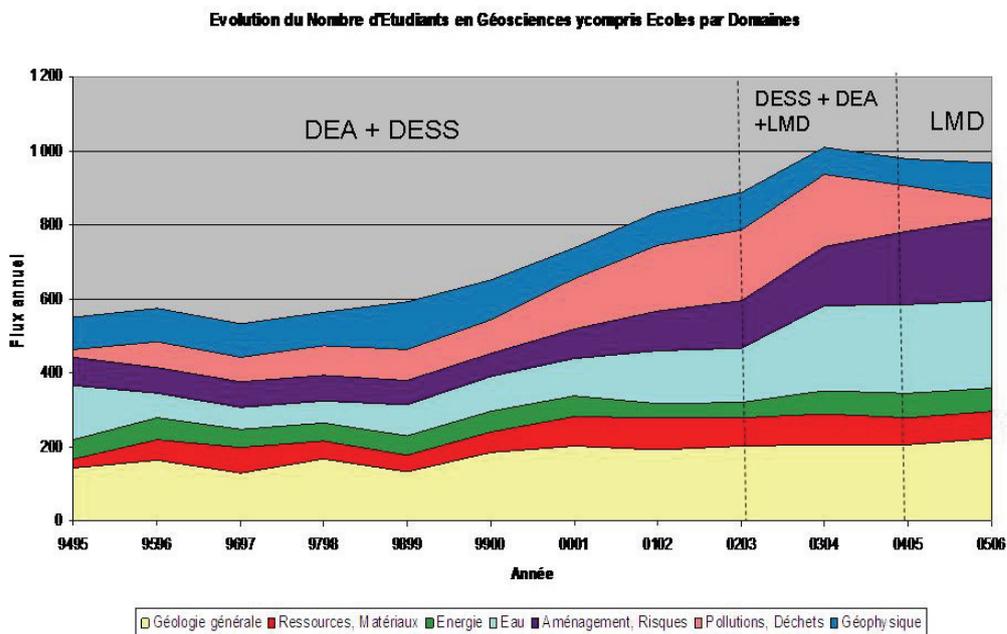


Figure 28a - Évolution des thématiques des étudiants formés en géosciences en France entre 1995 et 2005.

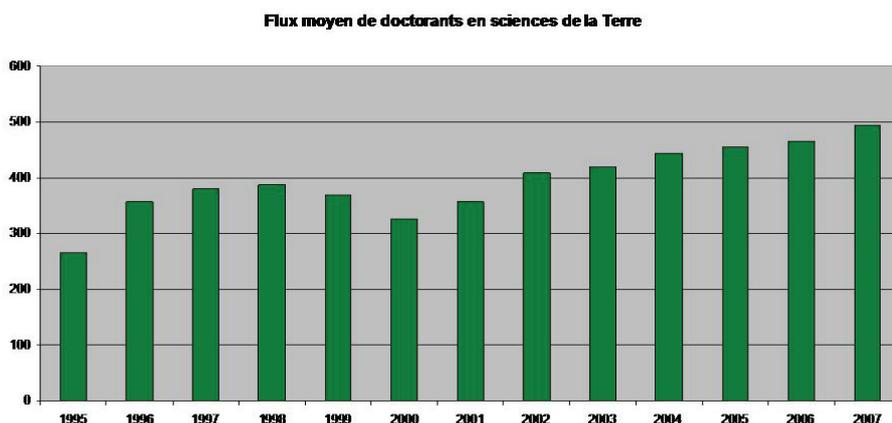


Figure 28b - Évolution du nombre des doctorants formés en géosciences en France entre 1995 et 2005.

⁴⁰ Loi 2007-1199 du 10 août 2007, dite loi LRU ou loi Pécresse, relative aux libertés et responsabilités des universités.

On trouve aujourd'hui des enseignements dans 35 universités, le plus souvent à finalité environnementale. Ce dispositif est adapté à la formation des professeurs du secondaire et des techniciens des bureaux d'études. Par contre, les spécialités dans les métiers de la géologie appliquée aux systèmes productifs (énergie, ressources minérales) sont beaucoup plus rares et se limitent à quelques universités.

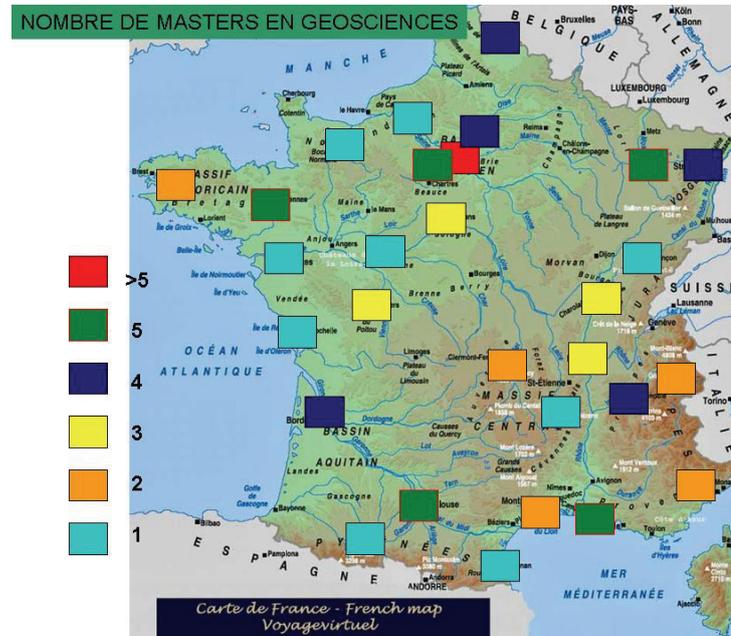


Figure 29 - Les formations de niveau master en géosciences en France (source : MESR, 2007).

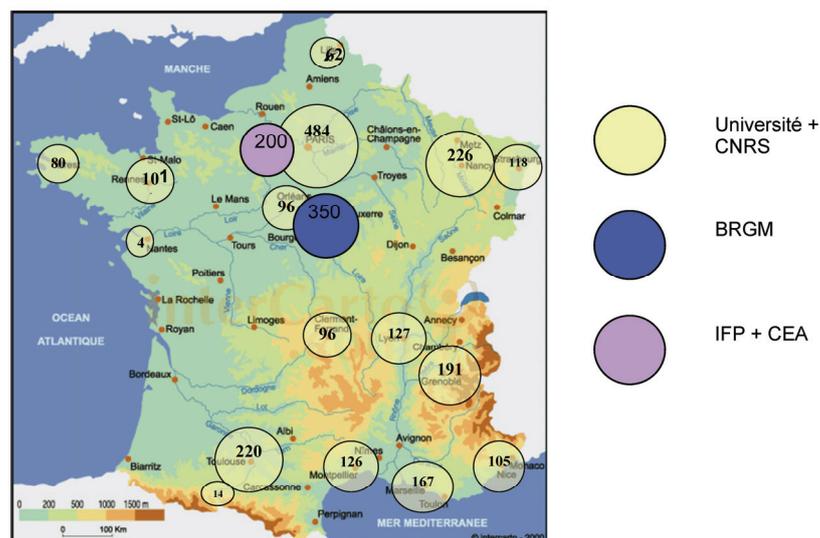


Figure 30 - Répartition géographique des enseignants-chercheurs universitaires et des chercheurs CNRS en France en 2007 (source : B. Goffé, INSU) ; BRGM, IFP et CEA ont été ajoutés.

Les forces associées (CNRS + Universités + CNAP + IRD) en Sciences de la Terre sont de 2 200 personnes environ. On y compte 1 010 chercheurs dont 350 du CNRS et 650 personnels techniques dont 390 CNRS, plus 540 doctorants et post-doc. Ces moyens sont regroupés dans 26 labos localisés dans 16 villes.

Bien qu'elles soient nombreuses, on note que les formations universitaires françaises, si elles développent de meilleures capacités théoriques et des bases disciplinaires solides, sont moins tournées vers la pratique (gestion de projet, vente, communication, management...). Elles répondent mal aux besoins de l'industrie extractive. Avec 66 formations masters en Sciences de la Terre et de l'Univers dispersés sur tout l'hexagone, on n'en trouve que 3 susceptibles d'intéresser l'industrie pétrolière et deux l'industrie minière !

Ce déficit de concentration des ressources universitaires s'accompagne d'un manque de couplage entre enseignement spécialisé, recherche performante et industrie. Le couplage - ou même le voisinage - dans les enseignements entre formation des géologues, des géophysiciens et des ingénieurs est à peu près inexistant.

Une difficulté tient également à la particularité du système éducatif français, peu lisible dans le système international, notamment pour les grandes écoles. Ainsi, les universités anglaises accueillent une forte proportion d'étrangers (jusqu'à 2/3 des effectifs en géosciences, essentiellement de pays asiatiques émergents) alors que ceux-ci représentent une proportion beaucoup plus faible en France.

Au total, alors qu'il existe encore un potentiel certain, ces particularités concernant les grandes écoles, la dispersion géographique et thématique, et le niveau très inégal des universités handicapent la compétitivité des formations françaises en géosciences relativement aux meilleures mondiales.

4.3. VENTILATION PAR DOMAINES DE SPÉCIALITÉS DES DIPLÔMES EN GÉOSCIENCES CES DERNIÈRES ANNÉES EN FRANCE

Ces dernières années, les spécialités choisies par les diplômés en géoscience relèvent, pour leur grande majorité des secteurs de l'environnement et de l'aménagement (incluant les risques, les déchets, le littoral), et à un degré moindre, des ressources en eau, de la géophysique et de la géomatique. La comparaison des données statistiques de 2002 et 2006 portant sur la répartition par domaines des DESS/DEA d'une part et des Masters d'autre part, montre que le nombre de diplômés pour les ressources naturelles (industrie et services pétroliers et miniers) reste inférieur à 20 % des effectifs totaux (fig. 31).

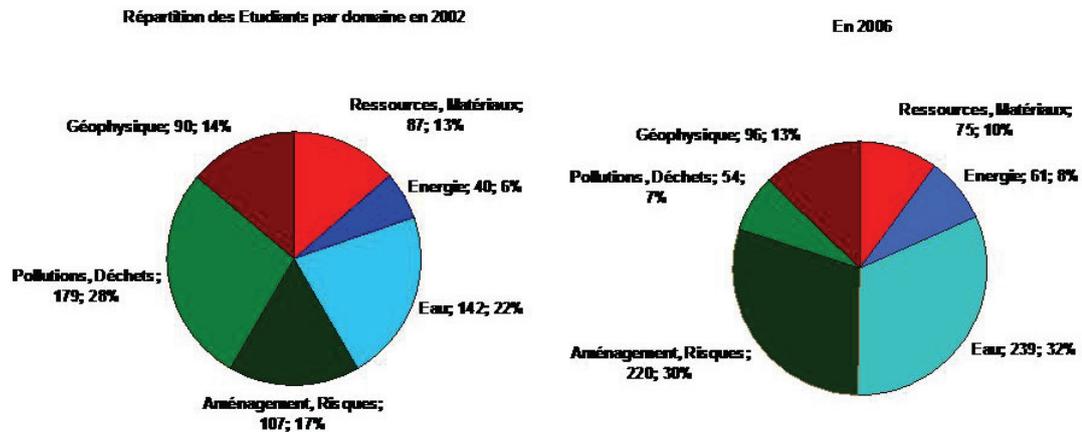


Figure 31 - Répartition des diplômes délivrés en France par domaine, entre 2003 et 2006 (source MESR).

L'École Nationale Supérieure de Géologie de Nancy (ENSG) est habilitée à délivrer le titre d'ingénieur depuis 1934, date de la création de la Commission des titres d'ingénieurs par l'État. Le recrutement se fait sur concours après les classes préparatoires et le cursus s'étend sur trois ans. L'ENSG a vu ses effectifs varier pour s'adapter à la demande faible dans les années 80-90 (promotions annuelles d'une trentaine d'élèves), les effectifs ont augmenté en 2003⁴¹ pour atteindre 100, du fait de l'attitude volontariste de la direction de l'école, relayée par la demande des métiers de l'environnement. Il est prévu qu'ils atteignent 115 en 2008, pour répondre à la reprise de la demande pétrolière et minière (fig. 30), soit la capacité maximale de l'école. Corrélativement, les délais de placement se sont considérablement raccourcis (40 % placés avant le diplôme, 60 % à la sortie, dont 80 % dans les deux mois). Pour la promotion 2006, le quart fait profession dans le pétrole (les salaires les plus hauts : 40 000 € en sortie d'école pour les emplois en France et jusqu'à 100 000 \$ à l'étranger), 15 % dans le secteur minier (salaires proches des salaires pétroliers, expatriation), 25 à 30 % dans le génie civil et la géotechnique (33 000 €) et 20 à 30 % dans l'eau et l'environnement (25 000 €). Comme on le voit, les écarts de salaires sont importants. En 2007, la part des débouchés pétroliers a atteint 36 %. La demande de l'industrie minière française (AREVA essentiellement), inexistante pendant 20 ans, est subitement devenue très forte (25 ingénieurs/an).

Les difficultés que rencontre l'école pour faire face à cette demande supplémentaire sont multiples :

- espace limité (l'école a été récemment reconstruite pour un effectif de 120 étudiants maximum) ;
- manque de postes d'enseignants (plafonnement administratif à 38 enseignants-chercheurs) ;

⁴¹ On doit saluer ici la vision anticipatrice de la direction de l'École, cette décision précède les augmentations des cours (et la brusque croissance de la demande pour l'exploration).

- manque de coopération avec les institutions universitaires voisines (rattachées à des universités différentes) ;
- logique de recherche différente des laboratoires du CNRS (CRPG), tirés par la stratégie de l'INSU (géophysique planétaire) ;
- manque d'insertion dans les réseaux européens ;
- manque de recrutement des étudiants à l'international ;
- manque de capacités fortes en géophysique qui pourrait être résolu par un rapprochement avec l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg.

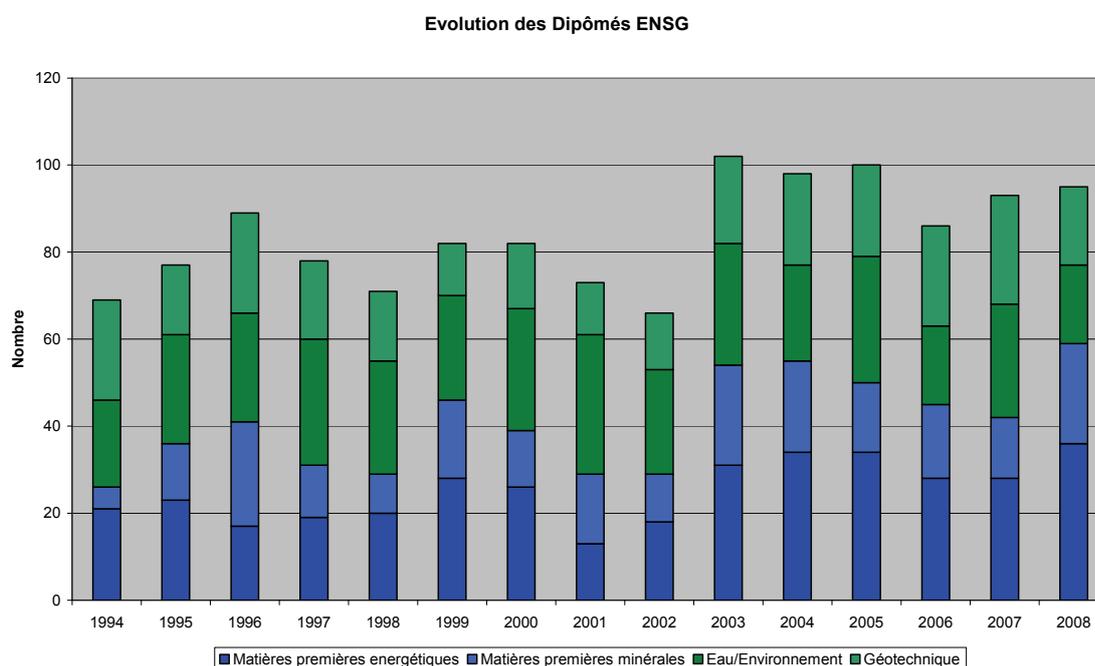


Figure 32 - Évolution quantitative et qualitative des ingénieurs formés par l'ENSG dans la période 1960-2007.

Les Écoles Nationales Supérieures des Mines (ENSM), qui formaient encore des ingénieurs dans tous les métiers des géosciences dans les années 60-70 sur de nombreux sites (Paris, Nancy, Saint-Étienne, Alès) ont progressivement fermé ces formations dans les années 80 pour s'élargir à tous les métiers de l'ingénieur. Si les effectifs globaux des ingénieurs formés ont connu une croissance remarquable, les formations en géosciences ont pratiquement disparu à l'exception notable de l'École des Mines de Paris, avec son extension récente à Fontainebleau.

Pour celle-ci, sur un nombre total annuel de diplômés de 150, répartis sur 18 options, **3 concernent les géosciences (sol et sous-sol, géostatistique et géosciences), soit un total d'une vingtaine d'élèves-ingénieurs par an**. Mais le nombre d'heures de spécialisation délivrées reste modeste et totalise **4 semaines en 2^e année et 6 semaines en 3^e année**. Si la demande pour les géosciences s'est faite plus forte ces

toutes dernières années (Total, Areva, CGGVeritas, Schlumberger...), il faut la relativiser : quelques unités, voire dizaines, alors que l'industrie nucléaire demande à elle seule 500 à 1 000 ingénieurs par an !

Aux formations d'élèves-ingénieurs français s'ajoutent celles du **CESMAT**⁴², qui portent sur des effectifs exclusivement étrangers (pays émergents) de **70 à 80 personnes par an sur 9 mois, dont une dizaine dans les métiers des géosciences (sécurité minière à Alès, traitement en réhabilitation à Nancy, administration, économie, exploitation à ciel ouvert et géotechnique à Paris)**. Les stagiaires envoyés par leurs entreprises, repartent ensuite dans leurs pays et ne participent pas aux besoins de l'économie française.

En matière de recherche, l'ENSMP accueille actuellement **60 doctorants en géosciences, soit 20 par an, répartis sur cinq formations doctorales** :

- géologie de l'ingénieur ;
- technique et économie de l'exploitation du sous-sol ;
- hydrogéologie ;
- dynamique et ressource des bassins sédimentaires ;
- géostatistique.

Les partenaires de l'ENSMP sont Paris 6, Marne-la-Vallée et Nancy, mais il y a peu de partenariats européens et pas d'insertion dans des réseaux du fait de la spécificité du système français.

L'ENSPM (pétrole et moteurs, à Rueil) a la particularité d'être une école de spécialisation (pour les ingénieurs et les docteurs des universités) abritée par l'IFP. Elle appartient à la catégorie des « Écoles d'applications », comme l'INSTN. Son budget annuel est de 15 M€, et le personnel permanent (personnel IFP) est de 60 personnes, dont 40 enseignants. L'école fait en outre largement appel aux enseignants issus de l'industrie (plus de la moitié des cours) et des laboratoires de recherche de l'IFP. Cet encadrement permet d'accueillir 1 000 élèves-ingénieurs en stock et 600 en flux annuel.

L'enseignement se fait sur 16 mois et délivre un diplôme d'ingénieur ENSPM. Les promotions de l'ENSPM à Rueil sont pour moitié constituées d'étrangers, et l'enseignement est fait en anglais. Concernant les géosciences, elles sont réparties en trois masters, accueillant au maximum 40 élèves-ingénieurs chacune (soit 120 ingénieurs dont 90 réellement spécialisés en géosciences/an) :

- géosciences pétrolières (avec géologie ou géophysique en majeur) ;
- géosciences et ingénierie de réservoir ;
- développement et exploitation des gisements (pour partie géosciences).

⁴² Un programme géré par le Ministère de l'Industrie.

L'ENSPM confirme l'explosion récente de la demande en géosciences. Alors que jusqu'en 2003, l'école se posait la question de maintenir ces enseignements faute de débouchés assurés, l'école de l'IFP note un renversement radical des tendances depuis 2005. Au point que, dans le domaine de l'exploration, elle a saturé ses capacités depuis 2005 et n'est plus en mesure de répondre à une demande toujours croissante. La création de filières nouvelles à Rueil est à l'étude, notamment pour assurer le lien entre géologie de terrain et modélisation de gisements. Mais c'est sur « l'essaimage » que l'École met désormais l'accent, c'est-à-dire les formations délocalisées dans les pays concernés (Angola, Nigéria, Algérie, Malaisie, etc...). Cela concerne déjà le quart des formations (100 élèves ingénieurs) et devrait se développer à l'avenir. En géosciences, cela représente 80 ingénieurs par an ce qui porte le total annuel des promotions ENSPM à 200.

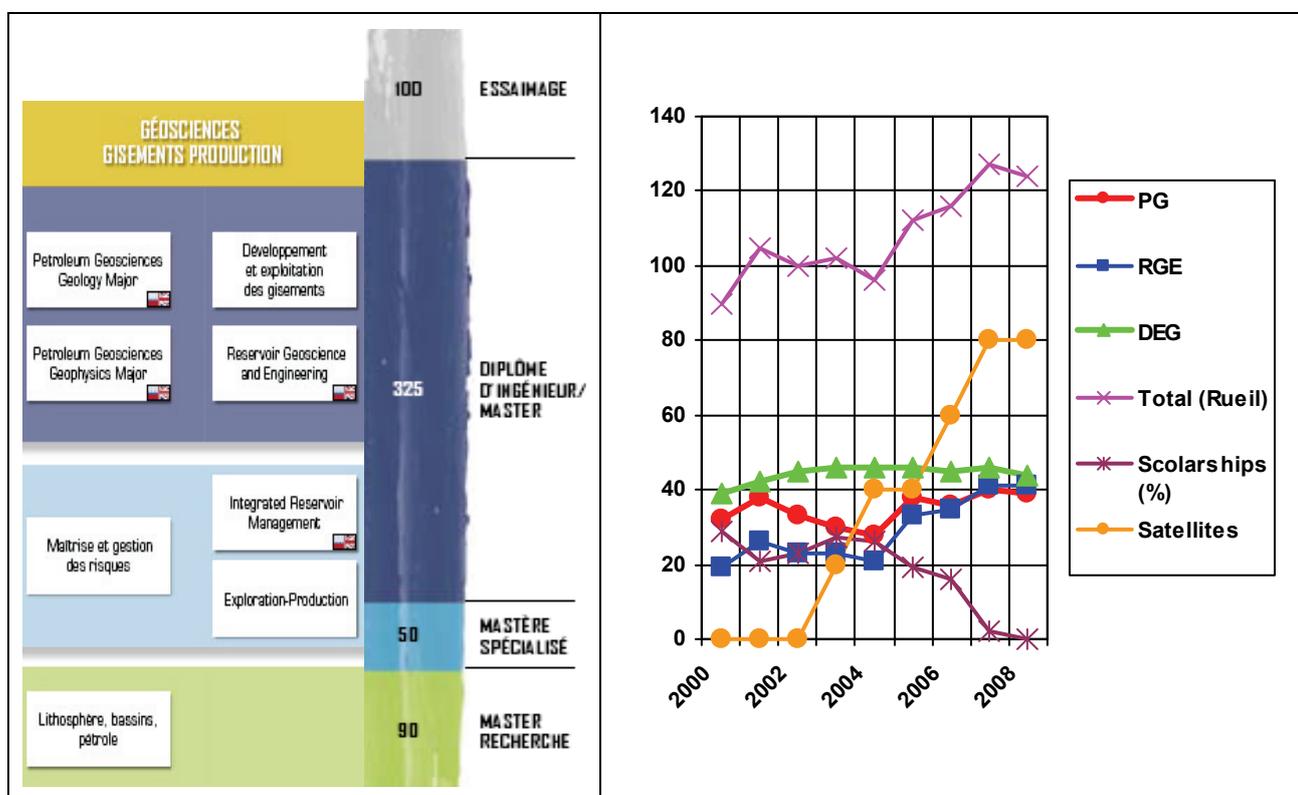


Figure 33 - Les formations en géosciences à l'ENSPM : PG = Petroleum Geosciences ; RGE = Réservoir Géosciences and Engineering ; DEG = Développement et Exploitation des Gisements. Aucune bourse n'a été délivrée en 2008 ce qui signifie que tous les étudiants sont sponsorisés par l'industrie. La courbe « satellite » représente les étudiants dans les cycles hors Rueil (Angola, Nigéria, Algérie, Malaisie etc.).

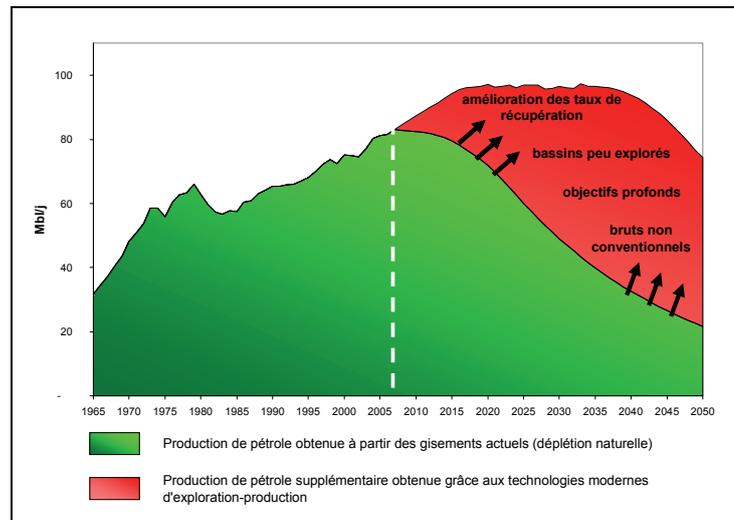


Figure 34 - Perspectives pour les ressources en hydrocarbures : pic ou plateau et incidences en exploration, production et technologies pétrolières (source : ENSPM).

L'ENSPM travaille actuellement à sa stratégie 2020. La difficulté est d'évaluer l'impact du « peak oil » sur la demande en géosciences (fig. 36). La communication médiatique sur « la fin du pétrole » n'encourage pas nécessairement les vocations, mais l'analyse montre que, même à production annuelle stable ou décroissante, la demande en exploration restera très soutenue. Le contenu en « emploi géosciences » du pétrole va croître puisqu'il faudra plus d'exploration pour trouver moins de ressources, et une meilleure connaissance géologique des réservoirs exploités pour augmenter les taux de récupération. Plus précisément, l'École considère qu'il y aura « un retour aux fondamentaux de la géologie » (c'est-à-dire vers la géologie de terrain et la connaissance naturaliste) pour interpréter et guider le travail de modélisation des gisements. L'observation faite par l'école est que les élèves qui arrivent à l'ENSPM ont des formations trop légères en géologie, et qu'il faut combler ce déficit, soit à l'amont (dans les cursus universitaires) soit au niveau de l'École elle-même.

L'Institut Polytechnique LaSalle Beauvais⁴³ recrute au niveau bac, et a formé environ 25 ingénieurs (Bac + 5) en géosciences par an jusqu'en 2000 pour passer à **30 ingénieurs en 2007**. La tendance est à atteindre 50 diplômés par an dans les années qui viennent. La logique de l'établissement est de fournir une formation adaptée aux besoins, avec un haut niveau de formation en géologie basé sur une forte composante de terrain. À partir de la 3^e année, l'enseignement de géologie appliquée se développe, tandis que deux grandes options sont proposées en 4^e année (ressources énergétiques et minérales ; environnement et aménagement), pour déboucher sur divers domaines d'approfondissement en 5^e année. En fin de 3^e année, il y a plus de 4 mois de terrain et, en fin de 5^e année, 5 à 6 mois selon les options. Chaque année, un ou deux élèves continuent vers un doctorat, mais la majorité trouve rapidement un emploi en entreprise.

⁴³ La dénomination actuelle de l'institut catholique ne fait plus état de ISAB-IGAL.

L'École et Observatoire des Sciences de la Terre (EOST) de Strasbourg a été créée par décret en 1997. L'objectif était de réunir les anciens instituts de Physique du Globe et de Géologie de la Faculté des Sciences. La formation des élèves ingénieurs se fait sur trois ans et s'appuie sur l'étude approfondie des méthodes géophysiques, du milieu géologique et des outils informatiques et mathématiques pour le traitement et l'interprétation des données. **L'EOST diplôme une trentaine d'ingénieurs en géophysique par an.**

Le **BRGM** apporte une certaine contribution à la formation universitaire, sous trois formes :

- l'enseignement délivré par les agents du BRGM dans les universités ;
- l'accueil de stagiaires et thésards dans l'établissement ;
- la formation au terrain à travers les contrats de collaborateurs extérieurs au levé de la carte géologique de France (CGF).

Il faut souligner l'importance historique de ce dernier dispositif dans la formation de terrain des géologues français, qu'ils aient ensuite fait une carrière en entreprise ou dans le secteur public.

Or si les deux premiers dispositifs persistent et croissent ces dernières années (fig. 35 et 36), à l'inverse, la grande « école de terrain nationale » que représentait la Carte Géologique de France tend actuellement à se tarir (fig. 37). C'est un aspect à prendre en considération dans les initiatives du BRGM en matière de programmes futurs d'acquisition de données de terrain.

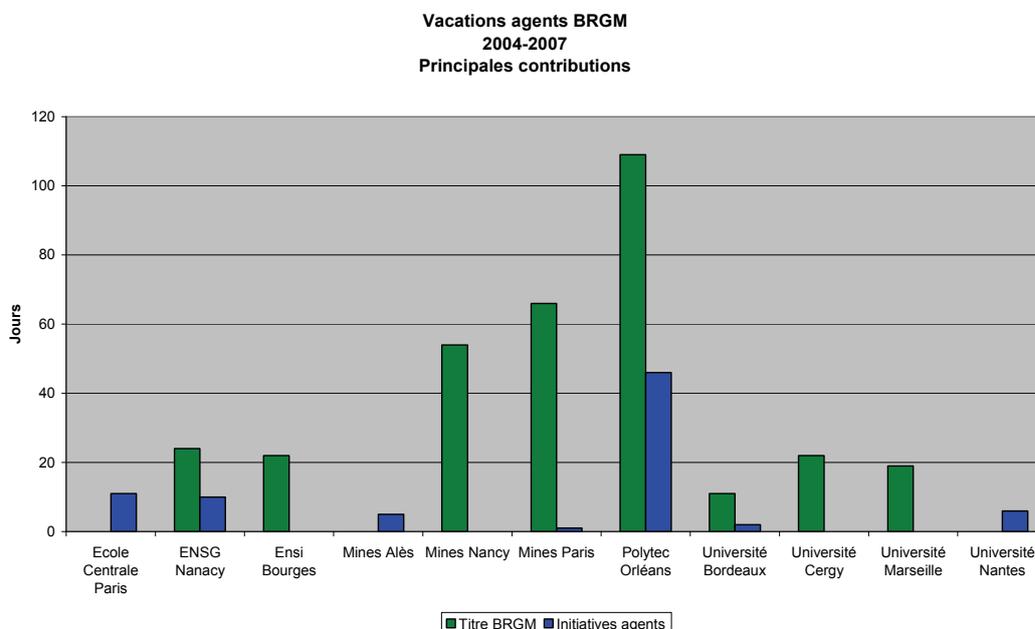


Figure 35 - Vacations des agents BRGM dans les établissements de formation (pour Orléans : total Université incluant Polytech).

**Vacations des agents BRGM
dans les Etablissements de formation suivant les domaines**

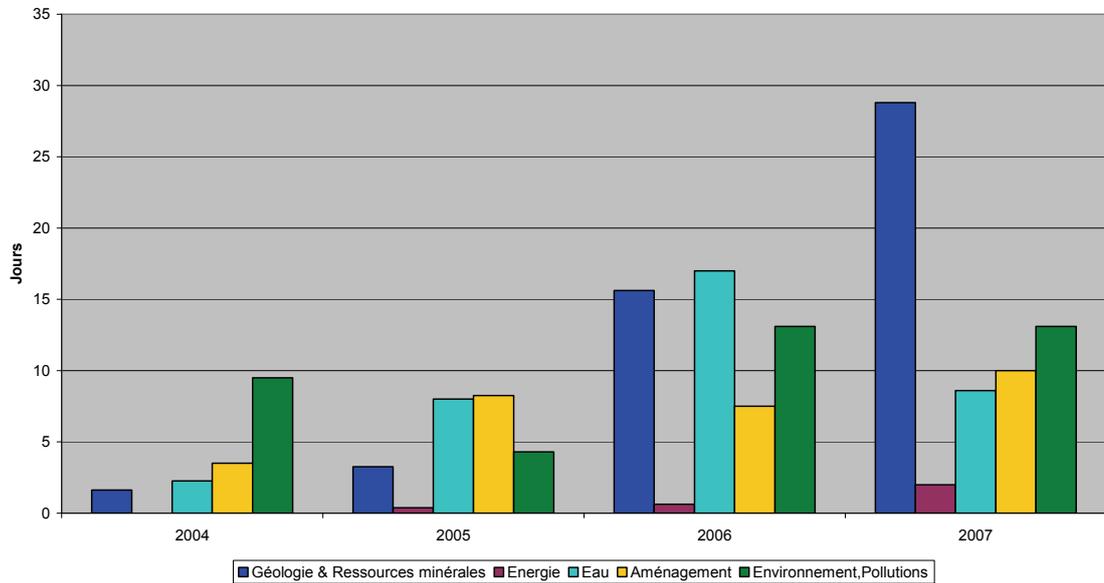


Figure 36 - Vacances des agents BRGM dans les établissements de formation suivant les domaines.

L'examen des données concernant les vacances des agents BRGM en matière de formations universitaires montre la proportion dominante – et croissante – de l'enseignement des ressources minérales, et une orientation privilégiant les écoles des mines et de géologie ainsi que l'Université d'Orléans.

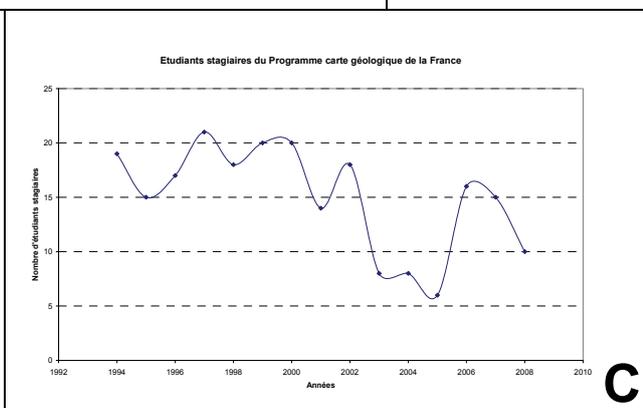
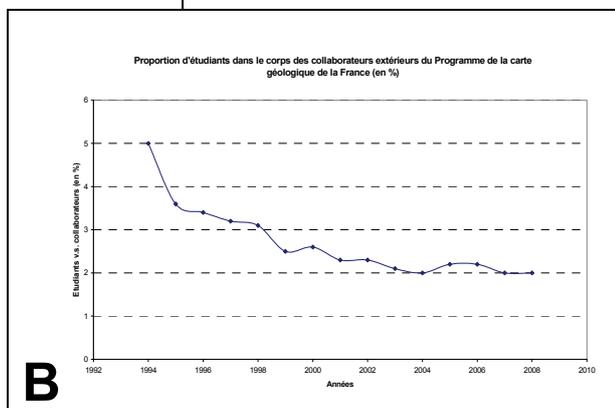
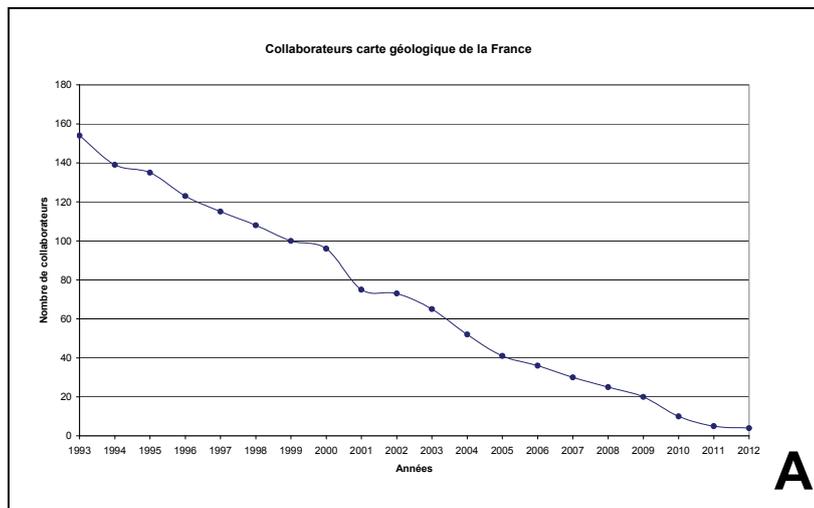


Figure 37 - Évolution du nombre de collaborateurs extérieurs de la carte géologique de France pris en charge par le BRGM au cours des 10 dernières années : nombre total (A), proportion d'étudiants (B) et nombre d'étudiants stagiaires (C).

4.4. COMPARAISON FRANCE – ÉTRANGER : FORCES ET FAIBLESSES, OPPORTUNITÉS

En comparaison avec les États-Unis, même si la tendance à la fermeture des unités de formation en géosciences a également affecté la France, la plus faible réactivité du système public français au marché a aussi eu pour effet de ne pas faire disparaître tout le potentiel. Néanmoins, alors que plusieurs Écoles des Mines formaient encore des ingénieurs en géosciences dans les années 1980, il ne reste plus aujourd'hui que quelques « buttes témoins » à l'École des Mines de Paris-Fontainebleau. Il reste néanmoins encore des capacités tant dans les universités que dans les Grandes Écoles capables de servir les besoins actuels de l'économie. Le système éducatif sera-t-il encore en mesure de répondre à une demande fortement croissante, même au prix d'efforts qualitatifs et quantitatifs ?

Trois difficultés à souligner concernant la France :

1. l'accueil des étudiants étrangers. Que ce soit au plan administratif (restrictions et contrôles à l'entrée ou en cours de séjour), pratique (capacités d'accueil sur les campus, problèmes linguistiques...) ou pédagogique (manque d'internationalisation des formations...) il est plus lourd et difficile que dans les pays anglo-saxons (Amérique du Nord ou Angleterre). L'ENSMP témoigne ainsi d'un échec significatif en matière de formations d'ingénieurs indiens. Ce n'est pas le cas pour l'ENSPM (cf. p. 68) ;
2. la complexité du système français, avec ses universités et ses Grandes Écoles, peu compréhensible au plan international ;
3. une certaine rigidité dans les capacités d'adaptation, qui a joué en « défensif » en période de récession, et jouera de la même façon avec moins de souplesse et des délais de réaction plus longs en période de croissance de la demande.

À coté de cela, il faut chercher à valoriser plusieurs atouts :

- il existe une demande en personnels francophones formés en géosciences non seulement dans les entreprises françaises, mais aussi dans les entreprises étrangères opérant en pays francophones, notamment au Canada et en Afrique ;
- outre l'aspect linguistique, la dimension culturelle et la capacité d'adaptation à des pays étrangers et à la mobilité constituent une dimension importante pour les employeurs ;
- la combinaison de solides formations scientifiques spécialisées et de bonnes formations de bases constitue un atout.

5. Prospective de la demande

5.1. CONTEXTE GÉNÉRAL POUR LA FRANCE

On dispose d'éléments généraux de cadrage, avec l'étude « Prospective emploi-formation à l'horizon 2015 » publiée par le Ministère de l'Éducation Nationale⁴⁴, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche en février 2006. Dans un contexte où la population active sera supérieure à celle de 2002 (27,2 M de personnes), on attend une hausse des emplois dans les services, dans les études et la recherche et pour les ingénieurs et cadres de l'industrie. Ces trois catégories sont, avec l'informatique, celles qui connaissent le plus fort taux d'accroissement, de plus de 2,1 % annuellement. Comme environ 6,6 M de personnes partiront à la retraite entre 2002 et 2015, soit 510 000 personnes quittant leur emploi chaque année, avec un pourcentage moyen de départ de 2,1 par an, l'étude prévoit **un recrutement moyen annuel de 594 000 personnes jusqu'en 2015 (contre 572 000 aujourd'hui)**. L'étude montre que, globalement, le nombre de jeunes sortant du système éducatif et entrant en activité sera supérieur aux besoins de recrutement de l'économie pour une croissance tendancielle du PIB à 2 %, tandis qu'à 3 % des tensions apparaissent.

Mais cela ne veut pas dire que des tensions n'apparaîtront pas dans certains domaines, notamment pour les personnels de niveau bac +3 et plus. L'étude souligne le défi que représente cette croissance (46 % des sortants en 2015 contre 42 % en 2003) pour l'enseignement supérieur et la recherche, qui **implique de conduire la moitié d'une classe d'âge à un diplôme de l'enseignement supérieur**.

5.2. DOMAINE DES GÉOSCIENCES

Dans ce contexte général de l'emploi en France, il nous revient de préciser la prospective pour les géosciences. Concernant le secteur de l'eau et de l'environnement (risques naturels, pollutions, déchets, stockages...) comme de l'aménagement (géotechnique), tout indique que la demande restera soutenue, ne serait-ce que pour l'adaptation au changement climatique, et parce que les politiques de l'environnement ne baisseront pas la garde. L'emploi environnement en géosciences devrait en conséquence poursuivre sa croissance. Outre ce contexte général, c'est ce qu'indiquent les prévisions des entreprises concernées.

La question qui se pose est de savoir si la croissance de la demande en énergie et matières premières, qui tire les prix et la demande en production minière et plus particulièrement l'exploration pour la découverte de nouveaux gisements - donc l'activité des géologues et ingénieurs d'exploration et de production - perdurera, et pour

⁴⁴ Prospective emploi-formation à l'horizon 2015 » ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, note d'information n° 06-03, février 2006, 6 p.

combien d'années ? Les analyses montrent que, sauf récession économique ou guerre mondiale, la croissance de cette activité restera soutenue pour les 10, voire 20 prochaines années.

En effet, d'une part on constate une accélération continue de la demande en matières premières minérales sur les dernières années, comparées aux précédentes, essentiellement tirée par la Chine et les autres pays émergents. En outre, on observe que le tonnage demandé par habitant en Chine, s'il est en forte croissance, reste bien inférieur à celui des pays développés. Si l'on ajoute que les pays émergents continueront à assurer leur fonction d'atelier des pays occidentaux, et même si ces derniers deviennent plus sobres en énergie fossiles et matières premières, on en conclut que cette pression pour une demande accrue de matières premières minérales et énergétiques se maintiendra sur la durée.

Il existe donc encore d'importantes marges de croissance pour l'exploration-production, la principale limite étant celle de la ressource, et de l'accès aux nouveaux terrains de jeux. L'autre limite est celle des contraintes environnementales, qui exigera des dispositifs d'extraction intégrant « à la source » la gestion à long terme des sites pour éviter « l'après-mines » des temps anciens où l'exploitation n'était pas un modèle de développement durable. De ce fait, on peut affirmer que la croissance de la demande se traduira par une intensité accrue en travaux géologiques, qu'il s'agisse de chercher des gisements plus difficiles ou d'exploiter « proprement ». En d'autres termes, **outre la croissance soutenue du secteur, l'intensité de cette croissance en emploi géoscientifique devrait croître également.**

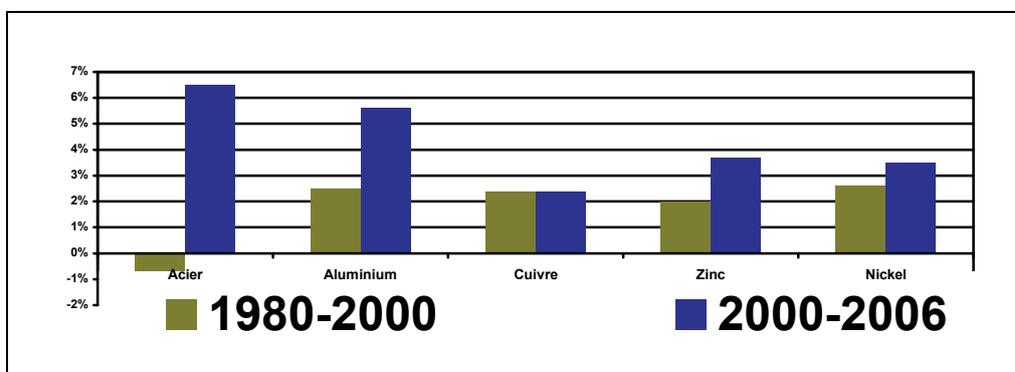


Figure 38 - Taux de croissance moyen annuel de la consommation chinoise (ERAMET, F.G. SAUVAGE, FEDEM 2006).

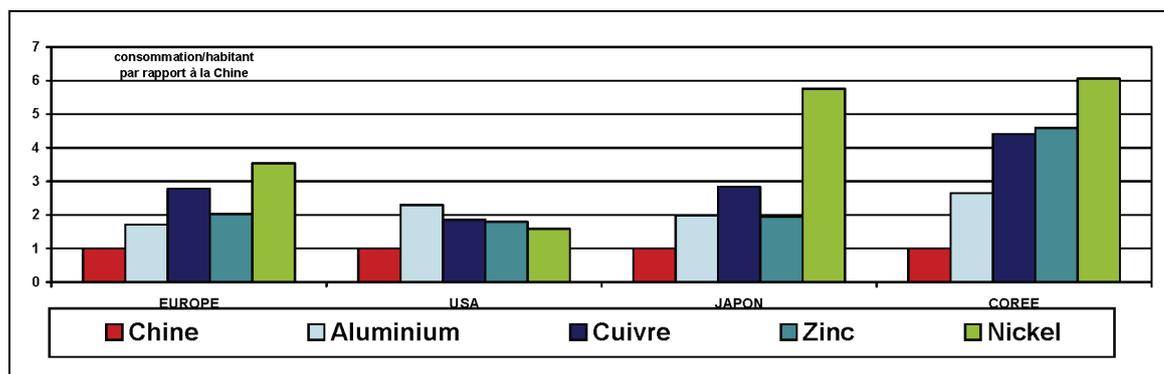


Figure 39 - Consommation métallique par habitant par rapport à la Chine. Tirée par la Chine, dont la consommation par habitant reste basse, la croissance de la demande mondiale pour la découverte et la mise en exploitation de nouveaux gisements métalliques devrait rester soutenue pour 5, 10 et même 20 ans (source ERAMET, F.G. SAUVAGE, FEDEM 2006).

Même s'il nous manque une grande partie des chiffres, la demande mondiale annuelle en personnels formés en géosciences (universitaires et ingénieurs) pour les domaines de la mine, de l'énergie et de l'environnement (s.l.) peut être comparée à l'offre de formation. **Le déficit se chiffre en milliers de personnes pour le pétrole et pour la mine dans les pays de l'OCDE.** Offre et demande semble mieux équilibrés concernant l'environnement, où le système de formation est plus récent et répond déjà à une demande soutenue depuis plusieurs années.

Continent	Pays	MINE			ÉNERGIE		
		Besoins	Offre	Différence	Besoins	Offre	Différence
Amérique	USA	400	100	-300			-450
	Canada	90	200	-110			Incl US
Australie		760	100	-660			
Europe	France						
Russie							-160
Arabie							-350
Afrique	Afrique du Sud						
Amérique Latine							
Asie	Chine						410
	Indonésie						900
	Inde						100

Figure 40 - Déficit annuel en géosciences dans le monde (source : Australian news, Engineering news, CIM magazine pour la mine et NPC pour le pétrole).

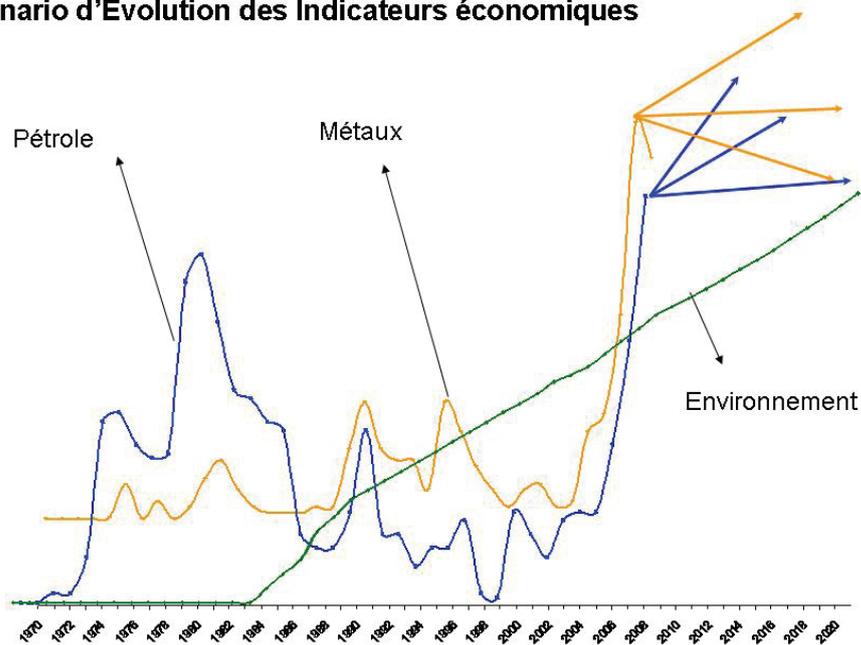
Concernant la France, les interviews effectuées permettent de dresser le tableau suivant (fig. 41) : la demande annuelle devrait dépasser 1 100 géologues universitaires et ingénieurs par an, non compris les enseignants du secondaire.

Bien qu'il soit difficile de formuler des prévisions compte tenu du caractère cyclique de ces industries, nous concluons des indications recueillies sur la conjoncture mondiale comme des prévisions des entreprises que l'on doit envisager une croissance durable de la demande en personnels formés en géosciences. D'autant plus que, les investissements prévus annuellement devant être différés - souvent faute de la disponibilité de la ressource humaine - ils devront s'étaler sur des durées plus longues. Trois scénarios ont été établis en figures 42 et 43 pour les années à venir (jusqu'en 2030). Dans ces hypothèses, on compte que la croissance des prix de matières premières minérales et énergétiques continue à induire des travaux d'exploration et de production mobilisateurs pour les géosciences (la raréfaction des ressources devrait même entraîner une intensité accrue du contenu emploi en géologues de la croissance). Dans tous les scénarios, on escompte que l'emploi environnement continue à croître à rythme soutenu (eau, changement climatique, activités liées aux industries extractives, gisements à plus faibles teneurs et à plus fort impact énergie et environnement).

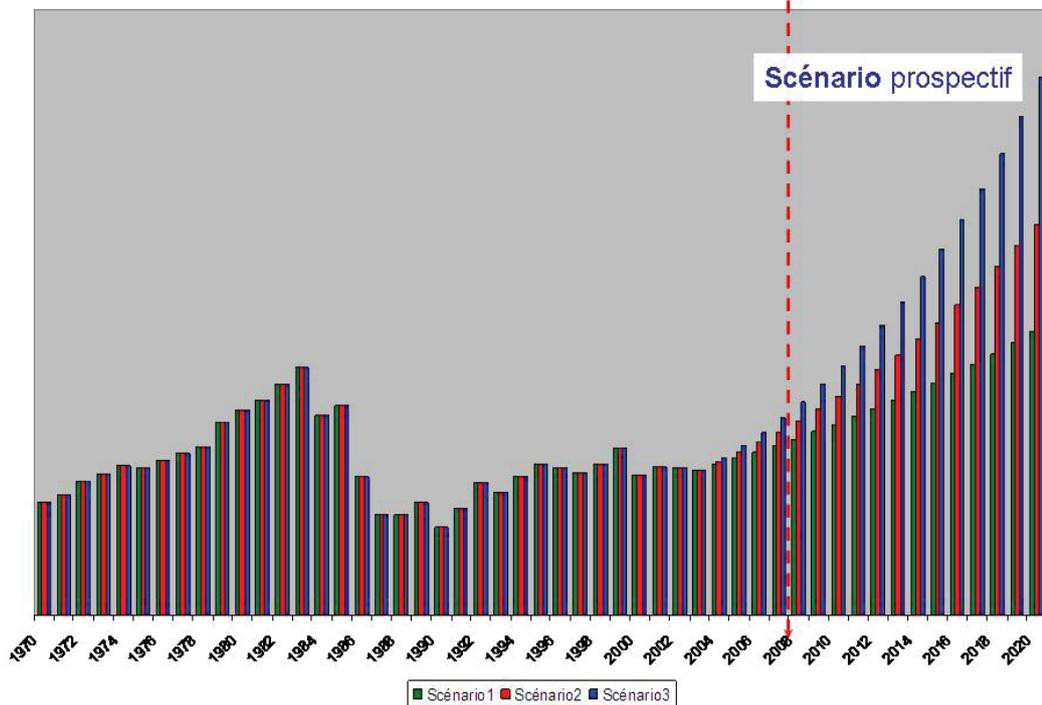
Domaine	Géologues	Géophysiciens	Géotechniciens Hydro, Etc...	Ingénieurs	Ingénieurs divers	Total	Croissance /an %
				Réservoirs	à former		
				Production			
Pétrole	20	20		20	20	80	10
Serv. Pétr. etc.	40	60		40	60	200	10
Mines	30	10	20		20	80	5
Eau	60			40		100	5
Environnement	100	20	20	20		160	5
Aménagement	20	20	100		10	150	5
CO2, GTH	20	5	10	15	20	70	20
EXPORT	20	5		15	10	50	20
BRGM	25	5	5	10	20	65	-
Gr. IFP+ EPIC	15	10	5	10		40	-
Université, CNRS, IRD...	50	10				60	-
Contractuels U	60	20	20			100	
CAPES Agrégation	370 105					475	
Total	935	185	180	170	160	1 630	

Figure 41 - Demande annuelle en géosciences de la part des opérateurs français, par catégorie ; moyenne annuelle pour 2010, à considérer en croissance de 5 à 20 % par an selon catégories. À noter la décroissance des recrutements d'enseignants du secondaire (2004-2005 : 565 CAPES + 160 Agrégations = 725 ; 2005-2006 : 370 + 105 = 475).

Scénario d'Evolution des Indicateurs économiques



Scénarii prospectifs d'évolution des besoins en Géosciences



Figures 42 et 43 - Trois scénarios d'évolution des emplois en géosciences entre 2008 et 2030 ; alors que le niveau de recrutement devrait désormais se situer au dessus de son plus haut niveau historique de l'après choc pétrolier, il devrait également croître, en toutes hypothèses, jusqu'en 2020, du fait de la persistance des autres demandes.

Scénario 1 :

- pétrole stable (à prix élevé actuel) ;
- métaux décroissent ;
- environnement croît à un rythme soutenu.

Scénario 2 :

- pétrole croît au rythme de l'inflation (3 %) ;
- métaux stables ;
- environnement croît à un rythme soutenu.

Scénario 3 :

- pétrole poursuit son augmentation rapide ;
- métaux croissent ;
- environnement croît à un rythme soutenu.

Alors que le déficit actuel (différence entre demande et offre en personnels formés en géosciences) dépasse le millier d'individus par an au niveau mondial pour la seule industrie extractive (pétrole en mines), on doit s'attendre à ce que ces chiffres se maintiennent dans la durée - et en croissance - jusque dans les années 2020. Dans ce contexte, quel est l'enjeu concernant les formations en géosciences en France ?

5.3. DÉFICIT GLOBAL, DÉFICIT FRANÇAIS

Le principal défi dans le domaine des géosciences pour la France - qui n'est un grand pays ni minier ni pétrolier - est de rester attractif au niveau mondial, tant pour ce qui concerne la performance des personnels des entreprises (entreprises françaises ou cadres français appréciés dans les entreprises étrangères) que pour la qualité des formations et de l'accueil pour les étudiants et élèves ingénieurs. En tout état de cause, on doit escompter que la demande soutenue émanant des pays pétroliers et miniers « tirera » les salaires à la hausse et stimulera l'offre des universités et des Grandes Écoles. Ce contexte impliquera une croissance des salaires pour l'ensemble des personnels des géosciences, y compris dans le champ de l'environnement, où l'avantage salaire peut être néanmoins compensé par la qualité du travail, des perspectives de carrières attractives, et une moindre mobilité géographique.

Au plan quantitatif, on note aujourd'hui une bonne adéquation entre nombre d'étudiants formés en géosciences et offre d'emploi (soit 1 100 à 1 200 par an). Après des années de sous-emploi des géologues, on note une tension croissante. Celle-ci ne porte pas tant sur le marché métropolitain que sur les carrières à l'international. De ce fait, on peut affirmer que l'étendue de l'effort supplémentaire à réaliser concernant le nombre d'étudiants et d'élèves ingénieurs à former en géosciences dépendra de la place que l'on souhaite voir prendre aux cadres formés en France sur un marché désormais mondial. Nous retiendrons l'hypothèse que l'on cherchera à maintenir un haut niveau

quantitatif et qualitatif. Plus précisément, il s'agit pour nos étudiants de prendre place sur un marché qui s'ouvre et se développe en expansion rapide. L'étude montre, au plan quantitatif, qu'il s'agit pour le moins de **doubler les capacités actuelles dédiées au secteur de l'exploration-production de matières premières minérales et énergétiques**, aujourd'hui saturées, sans entamer les capacités existantes dans les autres applications des géosciences (environnement, eau souterraine, géotechnique...).

Au plan qualitatif, la demande porte plus précisément sur les formations suivantes :

- géologie de bassins, notamment genèse et évolution des formations carbonatées, et plus généralement des formations aquifères ;
- géologie naturaliste avec bonne connaissance de terrain et capacités d'observation, de cartographie, et d'interprétation ;
- géologie structurale, tectonique et géomécanique ;
- géophysique avec capacité de traitement et d'interprétation géologique et structurale des données ;
- modélisation numérique (modèles d'écoulements, sédimentologie, thermiques...), interprétation géologique et fusion des données satellites ;
- géochimie des interactions eau – roches ; géochimie organique et minérale, y compris organométallique ;
- ingénierie de réservoirs, écoulement des fluides en milieux poreux, modélisation 2-3-4 D ;
- ingénierie de forage et de production ; géostatistique ;
- géologie de forage et d'exploitation en carrière ;
- métallogénie : minéralogie, pétrologie, géochimie, géologie structurale, géothermie.

Les agents formés dans ces métiers doivent comporter en outre les aptitudes ou aspirations suivantes :

- gestion de projet, qualité ;
- dialogue entre géologue et ingénieur ;
- capacité de travail multilingue (anglais indispensable) ;
- mobilité géographique ;
- capacité d'adaptation culturelle.

Profil recherché en géosciences dans l'industrie et les services

- > **Mobilité géographique** (multinationales/nationales)
- > **Adaptabilité culturelle** (éloignement des pays et des sites)
- > **Maîtrise de l'anglais** et apprentissage langues locales
- > **Connaissances de géologie de terrain** (d'autant plus nécessaire que gisements de + en + cachés)
- > **Maîtrise des outils de modélisation** (géologique, transferts...)
- > **Capacité d'interprétation de données multi sources** (ex: aéroporté, géophysique, spatial, sémantique, Sensor Web...)
- > **Capacité d'interprétation des données de chantier**
- > **Management d'équipes de chantiers**
- > **Dialogue géologue – ingénieur**
- > **Expérience de gestion de projet** (démarche qualité)
- > **Capacité d'intégration de la dimension économique**

Figure 44 -- Profil recherché en géoscience dans l'industrie et les services.

6. Actions correctrices proposées pour faire face à la crise

6.1. PRINCIPAUX PAYS MINIERS ET PÉTROLIERS (USA, AUSTRALIE...) ET LES ENTREPRISES MULTINATIONALES DE CES SECTEURS

Dans de nombreux pays, une action de soutien financier aux étudiants a été mise en place pour permettre d'augmenter le nombre des inscrits dans ces disciplines. Aux États-Unis, après les initiatives des associations professionnelles, le « **Energy and Mineral Schools Reinvestment Act (EMSRA)** » qui est actuellement en discussion devant la chambre des représentants vise à mettre en œuvre un **financement fédéral à destination des écoles des mines pour satisfaire la demande en diplômés dans les secteurs des mines et de l'énergie**. L'« Act » déclare que les formations dans le domaine des mines et de l'énergie sont une priorité nationale. Des fonds provenant principalement des bénéfices de l'industrie pétrolière « offshore » seront prélevés pour maintenir et encourager l'augmentation de la population des « géologues » afin de satisfaire les besoins nationaux. S'il est adopté par le Congrès, le EMSRA sera un des éléments essentiels pour résoudre le manque de main d'œuvre actuel et prévu aux États-Unis.

De la même façon, l'Australie, par l'intermédiaire du Minéral Council of Australia, va fédérer trois des principales universités du domaine minier dans la **création d'une École Nationale des Mines** de forte capacité pour pallier son déficit chronique en géologues.

D'autre part, **l'accueil des étudiants étrangers** ou des diplômés a été facilité aux États-Unis, au Canada et en Australie, au point que, aux USA le nombre de diplômés non-nationaux surpasse le nombre de diplômés de nationalité US. La « brain drain » (fig. 45) constitue une solution efficace si les diplômés obtiennent effectivement des documents de travail, ce qui est loin d'être toujours le cas.

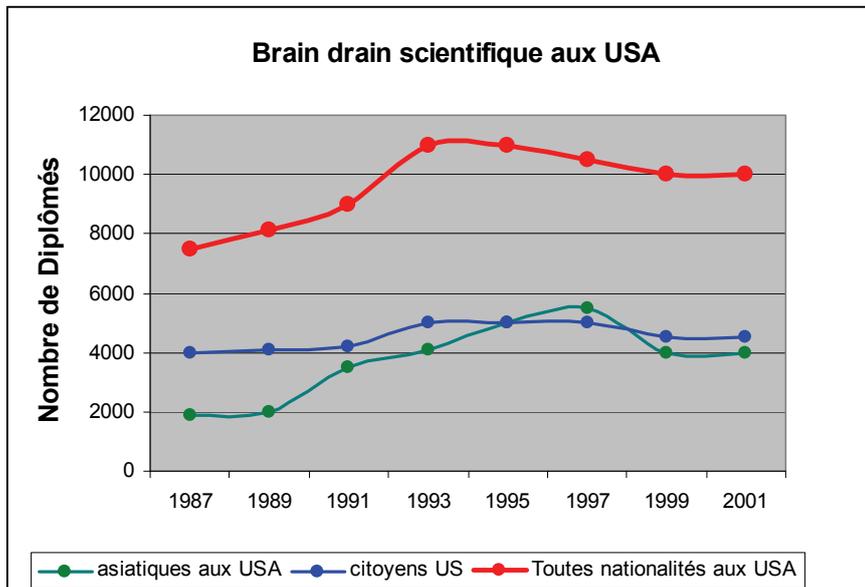


Figure 45 - Le « brain drain » scientifique aux États-Unis.

Au total, si l'on ajoute les initiatives des états et des entreprises, trois types de mesures sont préconisées et mises en œuvre dans les grands pays concernés :

- action de l'État sur les formations universitaires et des écoles des mines, avec des financements adaptés, pour relancer les centres de formation et recruter des enseignants et des étudiants ;
- appel aux étudiants étrangers pour complément de formation dans les universités et écoles des mines du pays demandeur ;
- recrutement de personnels à l'étranger, par fléchage, partenariats établis, stages offerts et « amphis retape » avec les meilleures universités et écoles d'ingénieurs mondiales.

6.2. INITIATIVES FRANÇAISES EXISTANTES

Pour répondre aux défis posés dans ce domaine, trois types d'actions sont d'ores et déjà engagées :

- les grandes entreprises multinationales, comme Total ou Schlumberger, assurent leur propre cartographie des meilleures formations mondiales et développent avec elles des politiques de partenariat soutenues, tant pour ce qui concerne la formation (enseignement, matériels, stages...) que la recherche (recherche sous contrat, prise en charge de thèses...) et l'embauche des étudiants (stages en entreprises, amphis-retape, recrutements...);
- certaines grandes écoles (ENSPM, sur le modèle de l'ECP...) et entreprises (Schlumberger, CGGVeritas...) n'hésitent pas à développer l'essaimage et des

formations délocalisées dans les pays étrangers à fort potentiel ou même dans les entreprises nationales ;

- plusieurs universités (comme Rennes, Montpellier, Pau, Aix-Marseille pour le pétrole, Orléans pour la mine) et l'ENSG ont adapté leurs enseignements.

Ces initiatives ne répondent que partiellement à la demande, et sans mesure nouvelle, notamment des établissements concernés plus autonomes, on peut craindre que les géosciences françaises passent à côté d'une opportunité majeure. Partant du constat fait plus haut, et compte tenu de la demande identifiée, les mesures supplémentaires suivantes sont proposées.

6.3. ACTIONS SUGGÉRÉES EN FRANCE

Au terme de ce rapport, les mesures suivantes sont proposées : développer la communication vers le grand public et l'information vers les lycées et collèges comme vers les étudiants et les élèves-ingénieurs et adapter l'enseignement secondaire ; mettre en place dans quelques pôles nationaux (Nancy, Fontainebleau, Orléans, Aix...) de nouvelles formations répondant aux besoins de l'économie pétrolière et minière ; mieux associer universités, grandes écoles, recherche et industrie ; créer une politique d'accueil d'étudiants étrangers ; développer les réseaux européens et internationaux et les formations à l'étranger (Afrique, Vietnam notamment) ; assurer la mobilisation des seniors.

1. Mieux communiquer sur les géosciences

Alors que la demande est maintenant avérée, et que l'on peut s'accorder sur le caractère durable de l'appel de l'économie dans le domaine des ressources minérales et énergétiques, cette prise de conscience n'a atteint ni le milieu enseignant, ni le grand public. ***La mise en place de campagnes d'information et de sensibilisation des parents et de la jeunesse tant lycéenne qu'universitaire constitue une priorité absolue.***

Cette communication devrait viser à positiver l'image de ces métiers, qui impliquent l'adaptabilité à des contextes culturels divers et la mobilité géographique. Les débouchés concernant tant les entreprises françaises que les perspectives d'emploi très fortes à l'étranger (Canada, Australie, Afrique, péninsule arabique...).

Il s'agit aussi de développer la sensibilisation des politiques sur ces enjeux des ressources minérales et énergétiques, trop négligés, voire diabolisés par eux comme par l'opinion. C'est un domaine dans lequel il existe une industrie française compétitive mais trop mal connue (ou volontairement oubliée ?). Il existe aussi de bonnes perspectives de carrières dans des entreprises étrangères (multinationales ou nationales).

Plus généralement, il s'agit – c'est l'enjeu essentiel au moment où le « Grenelle » est silencieux sur ces questions – de montrer que les ressources du sous-sol constituent une des composantes du développement durable. Même si l'hexagone n'était plus un lieu d'enjeu majeur à cet égard – une tendance elle-même à reconsidérer – le fait que

de jeunes diplômés français prennent une part active à ces développements sera bénéfique. Tant pour les entreprises françaises concernées, l'intérêt national, et plus encore l'intérêt personnel des individus concernés.

2. Informer les lycéens et les étudiants de la demande actuelle et des perspectives d'emplois en géosciences

Il y a urgence à développer l'information sur la réalité du marché de l'emploi en géosciences et sur ses perspectives mondiales. Il s'agit autant de l'action des professeurs (SVT, physique, histoire-géographie, économie...) et de l'administration (faciliter l'accès à l'information via Internet, développer les formations linguistiques, accueillir des conférenciers d'entreprises...) que des médias spécialisés.

En plus de l'information au niveau des collèges, des lycées et des universités, trouver des formes d'incitation pour les étudiants à s'engager dans ces filières s'avèrera également nécessaire (cf : des visites de terrain, du matériel pédagogique issu de cas réels, des offres de stages, des bourses d'études...).

3. Adapter le contenu des programmes de formations en géosciences à la demande sociale, notamment celle des entreprises

Développer de manière systématique la sensibilisation dans les collèges et lycées, la médiatisation sur ces métiers, l'adaptation des programmes (ajouter des chapitres ressources – exploration, production – aux chapitres environnement).

Plus précisément, les programmes doivent être revus pour inclure, à côté de l'enseignement des grands concepts de la géologie globale et des connaissances de base en paléontologie, minéralogie ou pétrographie, des connaissances finalisées sur les ressources (minérales, énergétiques ou en eau), leur reconnaissance (l'exploration minière et pétrolière), leur exploitation (forage, production, exploitations de carrières...) et leur environnement (exploitations non émissives, environnement et remédiation des sites...).

4. Assurer une meilleure évaluation des formations universitaires en géosciences en regard des débouchés

Outre la prise en compte de ces dimensions dans les procédures d'évaluation en place au niveau du Ministère et de l'AERES, assurer une concertation entre formateurs et employeurs dans le domaine des géosciences chargée de faire régulièrement le point de la situation de l'emploi et de son évolution prospective. À cet égard, il conviendrait que le système public se dote – à côté de l'autonomie des universités – d'une capacité de veille et d'analyse prospective par grands secteurs d'emplois (au niveau national, européen et mondial) en évitant des visions trop régionales ou trop liées à des points de vue d'employeurs individuels.

En tout état de cause, un bon master en géosciences devrait :

- être adossé à une équipe de recherche de volume suffisant et de niveau reconnu ;
- s'adresser à un nombre d'étudiants suffisant (une vingtaine au moins) ;
- s'assurer d'une part significative d'enseignants issus du milieu professionnel ;
- garantir des stages de terrain et en entreprise ;
- démontrer ses débouchés (nombre et délais d'embauches) ;
- assurer une sélection sur la motivation et les aptitudes (mobilité, adaptation, ouverture socioculturelle, langues étrangères...).

5. Mieux associer enseignement supérieur et formations d'ingénieur en géosciences

D'ores et déjà sur quelques sites coexistent universités et grandes écoles spécialisées (Nancy, Orléans, Grenoble, Montpellier). Mais la synergie n'est pas toujours optimale au niveau de l'enseignement comme de la recherche. Elle doit être systématiquement favorisée.

Il faut non seulement tirer parti des opportunités nouvelles ouvertes par l'autonomie des universités, mais en même temps engager au niveau du MESR une action volontariste et spécifique en géosciences :

- au moment d'une relance, éviter la dispersion, et concentrer les créations de postes et la labellisation des diplômes sur 5 à 10 pôles nationaux ;
- assurer sur les domaines les plus critiques (ressources minérales et énergétiques, nouveaux métiers) le recrutement de quelques professeurs d'exception, si possible médiatiques, sur des chaires dédiées ;
- développer des formations répondant à la demande des entreprises : formations de terrain en géologie, formation à l'interprétation pour les géophysiciens, couplage terrain-modèles, terrain production (voir § 5.3.) ;
- assurer la liaison entre formations académiques et d'ingénieurs, l'apprentissage du lien recherche-applications, la formation à la gestion de projets en plus des formations de spécialités ;
- pour les ingénieurs, il s'agit d'assurer une formation généraliste des ingénieurs, avec une bonne connaissance des divers métiers (géologie, géophysique, géochimie, ingénierie de réservoirs et de production...).

Sur les pôles existants en géosciences à Nancy (ENSG, ENSMN), Paris-Fontainebleau et Rueil (ENSMP, ENSPM), Orléans (Polytech), Montpellier et Grenoble, il convient de développer les alliances et les synergies avec les universités, l'industrie (notamment entreprises extractives) et la recherche publique (BRGM, CNRS, IFP). Cette synergie existe déjà de fait pour l'ENSPM qui est partie intégrante de l'IFP.

6. Créer quelques pôles d'excellences en géosciences associant enseignement supérieur, recherche et entreprises

La dispersion des moyens de formation universitaire sur l'hexagone (plusieurs dizaines) est à revoir en procédant à des regroupements et transferts et en ciblant sur quelques universités (5 à 10) susceptibles d'atteindre le meilleur niveau mondial, en associant enseignement supérieur international, recherche de qualité reconnue et partenariats avec l'aval tant entreprises que services publics.

La carte de ces pôles peut être esquissée à partir des informations recueillies (fig. 46). En dehors de Paris et région parisienne (IPGP, UMPC, Paris 6, Paris XI et ENS, Orsay, Rueil, Fontainebleau...) qui regroupent près du tiers des effectifs et pratiquement toutes les spécialités des sciences de la Terre, on voit se dessiner **quelques pôles forts de 300 à 500 chercheurs et enseignants-chercheurs en géosciences** :

- un pôle Nancy-Strasbourg généraliste en géologie de l'ingénieur, à élargir à la géophysique, centré en recherche sur les matériaux, les ressources minérales et la géophysique ;
- un pôle orléanais centré sur les géosciences pour l'environnement, les ressources minérales et énergétiques (en lien avec la géodynamique et magmatisme, métallogénie, minéralurgie, H₂), et les bassins (CO₂, géothermie, eau, charbons, roches mères d'hydrocarbures...) ;
- un pôle RHA lyonnais (universités, ENS) et grenoblois (universités, INPG), étendu à Clermont-Ferrand (volcans) ;
- un pôle PACA (Marseille-Nice) centré sur les risques, l'environnement et les nanotechnologies, éventuellement étendu à Montpellier (terre interne, géodynamique) ;
- un pôle Toulouse-Pau centré sur la télédétection, les planètes et le pétrole (en lien avec Total) ;
- un pôle Rennes-Brest, centré sur l'environnement, la mer, étendu à Nantes (planétologie).

Reste Lille (littoral), à coupler avec le potentiel voisin en Belgique et la Hollande.

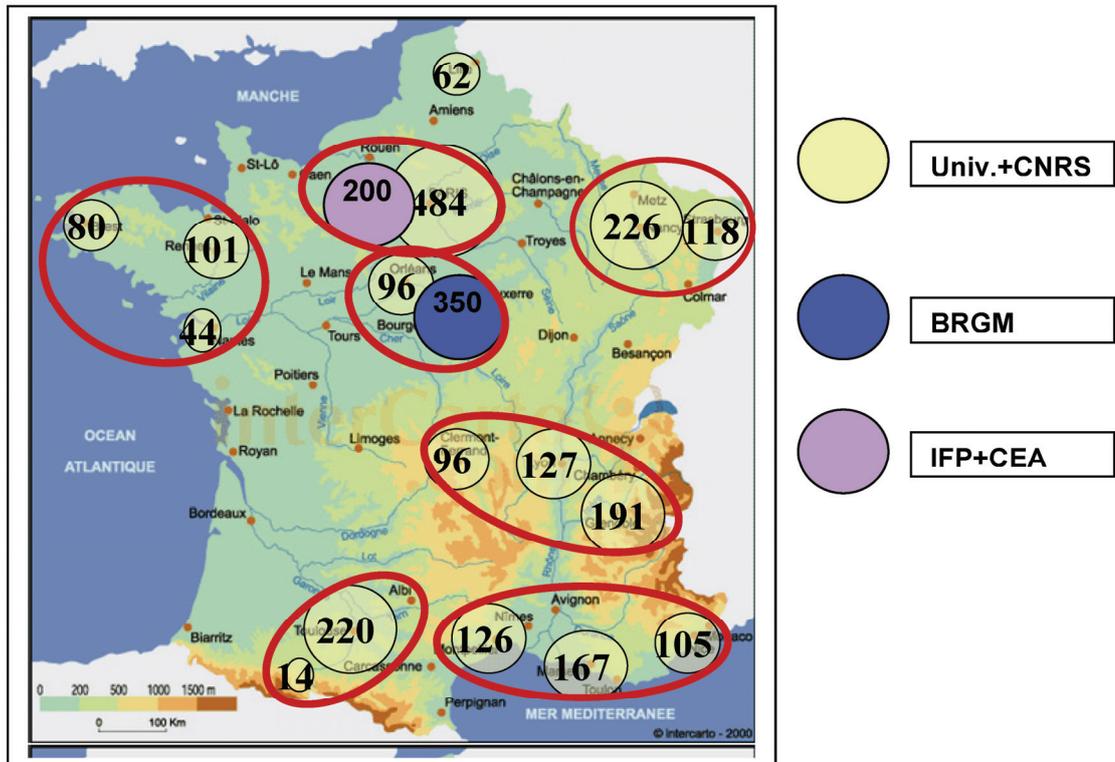


Figure 46 - Proposition de structuration en France de quelques pôles de sciences de la Terre de dimension internationale, à partir des données de la figure 30 (enseignants-chercheurs et chercheurs en géosciences, en etp).

Les formations à promouvoir devant s'appuyer sur le triangle enseignement – recherche – partenariat industriel, une relance de la recherche publique sur les sujets des ressources minérales et énergétiques est nécessaire, tant à travers des programmes ANR (alors qu'à l'inverse, le FSH a disparu !) qu'en suscitant de nouveaux pôles de compétitivité dédiés.

Sur ces pôles, la priorité sera donnée au développement de la recherche en partenariat avec les établissements publics et les entreprises (notamment par formalisation et intégration Carnot). En lien avec l'Éducation Nationale, ce partenariat devra être étendu (p.ex. par extension et adaptation du dispositif Carnot) à l'enseignement supérieur, selon ce qui se pratique dans le monde anglo-saxon, par exemple par le biais d'une fondation du type de celle qu'EDF met en place sous les auspices de l'Académie des Sciences pour l'énergie. En effet le partenariat avec l'industrie (pétrole et parapétrolier, minier, géotechnique, eau et environnement), bien développé en recherche (cf. Carnot-Mines : 4,5 M€ de contrats par an en géosciences pour un effectif de 200 personnes dont 60 enseignants-chercheurs ou Carnot-BRGM avec 5 M€ de contrats de recherche labélisés Carnot pour un effectif de 600 chercheurs et ingénieurs) l'est très peu dans l'éducation. Plus rapidement, il serait possible de faire croître le nombre de doctorants et de post-doctorants, tout en veillant

à maintenir un recrutement de qualité. Mais il s'agirait d'une proie aisée pour les entreprises si le dispositif n'est pas concerté avec elles.

7. Mieux ancrer les formations en géosciences dans les réseaux européens et internationaux

Nous avons noté les lacunes du dispositif français actuel à cet égard, s'agissant notamment des écoles d'ingénieurs. C'est une priorité d'y remédier, à l'instar des pratiques de l'ENSPM ou de l'université d'Orléans (formation associée avec l'université de Montréal), par un dispositif incitatif adapté.

8. Développer l'accueil des étudiants étrangers

Créer pour les géosciences une politique d'accueil des étudiants étrangers, en provenance des pays à potentiel minier et pétrolier et des NPI. Viser à une mondialisation du recrutement des professeurs, des chercheurs, des élèves et des débouchés (intéresser les sociétés nationales étrangères en plus des majors multinationaux). Cela passe par un enseignement bilingue (l'ENSPM attire plus de 50 % d'étudiants étrangers avec un enseignement en anglais).

9. Assurer la mobilisation des seniors

Comme le pratique déjà l'ENSPM avec l'IFP et TOTAL, il s'agit de promouvoir, aussi par incitation vers les Établissements Publics, les entreprises et les bureaux d'études, un emploi plus systématique des retraités dans la formation supérieure et permanente (ainsi que dans des missions temporaires de recherche et d'expertise, pour garantir une actualisation de l'enseignement).

10. Une opportunité pour Orléans

En ce qui concerne Orléans, le site dispose déjà de plusieurs atouts avec :

- la création au 1^{er} janvier 2008 d'une nouvelle composante au sein de l'université : l'Observatoire des Sciences de l'Univers en région Centre (OSUC) dont les principales missions sont l'observation des milieux naturels (espace, surfaces continentales), la recherche et l'enseignement. Il regroupe environ 320 personnes réparties dans les laboratoires ISTO, LPCE, station de Nançay, ainsi que dans des équipes associées de l'université, du CNRS et de l'INRA. Un de ses objectifs est de mettre en place des filières européennes de formation en masters ainsi qu'une licence scientifique solide ;
- l'ISTO (Institut des Sciences de la Terre d'Orléans, unité mixte de recherche université-CNRS), qui assure un bon couplage enseignement-recherche dans le domaine des géosciences à proximité immédiate du BRGM ;
- polytech'Orléans, qui a permis d'abonder l'ex-ESEM déjà réputée, avec les composantes électronique et technologies de l'information de l'ex-ESPEO, qui restent à mobiliser dans les applications en géosciences (géophysique, modélisation, traitement de données...)

- le BRGM lié aux précédents par plusieurs accords et des participations dans divers conseils d'administration, des formations et des projets de R&D, mais dépourvu de mission d'enseignement, à la différence d'autres EPIC ;
- des entreprises comme ANTEA, CFG, IRIS... ;
- le centre INRA d'Orléans dont deux de ses laboratoires ont un lien direct avec les thématiques sols, cartographie, base de données développées au BRGM et à l'ISTO.

Mais les synergies doivent être encore développées entre ces parties, et surtout, le site doit se montrer plus attractif encore pour les grandes entreprises du secteur, notamment pour répondre aux demandes de formations en plus des demandes de recherche déjà mieux servies par la labellisation Carnot du BRGM.

Les objectifs pédagogiques seraient notamment de :

- développer et créer à l'université d'Orléans, au sein de l'OSUC, des capacités accrues dans les domaines à forte demande pour l'eau souterraine, le pétrole et le stockage du CO₂ d'une part, et la mine métallique et les extractions de carrières d'autre part :
 - . les formations aquifères clastiques et carbonatées des bassins sédimentaires ; la géochimie des fluides et des interactions eau-solides,
 - . la métallogénie et la minéralurgie,
 - . la géophysique et la géomatique.

Des parcours de masters seront centrés sur une bonne formation en géologie de terrain (observation, acquisition et traitement numérique et cartographiques), et en laboratoire (analyses, interprétations, modélisations numériques : écoulements, thermiques, géomécanique...). Les capacités devraient être dimensionnées pour **viser rapidement un effectif de 40 étudiants (2 x 20) porté en quelques années à 80 étudiants par an en flux de sortie de masters**. Ces parcours seront parallèles à des parcours « Recherche » européens mis en place autour des thématiques d'excellence des deux principaux laboratoires de recherche de l'OSUC (ISTO et LPCE) ;

- **renforcer les géosciences dans Polytech'Orléans pour atteindre rapidement des promotions de 100 ingénieurs par an contre 80 aujourd'hui**. Il s'agit pour ce faire de donner la priorité au recrutement de professeurs. Les spécialités à développer sont la géotechnique, l'ingénierie de forage et de carrières, la minéralurgie (en tirant parti des composantes ENSPO de l'IPO), la géophysique et la géomatique (par mobilisation de la composante ex. ESPEO) ;
- **assurer un recrutement basé sur les motivations et les aptitudes aux métiers des géosciences** : adaptabilité socioculturelle, mobilité personnelle et familiale, aptitude linguistique, motivation socio-économique, culture du développement et de l'environnement ;
- **au plan pédagogique, développer les échanges entre élèves-ingénieurs, étudiants en mastères et doctorants**, et en lien avec le BRGM la formation à la

géologie de terrain, la cartographie et la géologie numérique, et plus généralement les connaissances pratiques par des stages en entreprises ;

- à l'instar de l'ENSPM, qui a fait les preuves de son efficacité concernant les pétroles et moteurs au sein de l'IFP, **confier au BRGM la création d'une nouvelle école d'application de réputation internationale dans le domaine des géosciences appliquées à l'ingénierie, la gestion durable des ressources minérales et énergétiques et l'environnement (ENSGM)**, en partenariat avec le CNRS et l'université. Recrutant en fin d'école d'ingénieur, après un master ou une thèse, ou à mi-carrière, l'école viserait des promotions de 40 diplômés par an dès la première année. Les postes d'enseignants correspondants devraient être créés par création des lignes et effectifs correspondants (20 postes, 10 M€ /an dès la première année) dans le budget de l'EPIC. Ce budget n'inclut pas les travaux de construction (voir locaux existants à réaménager ?) ;
- en lien avec le Ministère des Affaires Etrangères et Européennes, le CIFEG (dont le statut de fondation pourrait être élargi), le Studium et l'IRD (dont l'implantation orléanaise serait revue à cette occasion), **développer considérablement à Orléans l'accueil des étudiants, des chercheurs et des professeurs étrangers pour atteindre la moitié des effectifs. L'enseignement bilingue (français-anglais) serait assuré ;**
- en lien avec les entreprises du secteur (AREVA, ERAMET, Schlumberger, CGGVeritas, TOTAL, SUEZ, LAFARGE, BOUYGUES...), **créer une fondation en géosciences** pour l'enseignement supérieur susceptible de financer des chaires universitaires, des bourses pour les étudiants et des stages en entreprises ;
- le pôle orléanais visera à constituer (avec l'École des Mines de Fontainebleau, l'ENSPM, l'IFP, et l'université d'Orsay) et avec le soutien des entreprises des secteurs des ressources minérales, de l'eau et de l'environnement) un **pôle de compétitivité « Géosciences » dans le sud du bassin de Paris ;**
- une filière technique complète (**BTS, IUT**) avec des passerelles permettant la promotion sociale sera constituée dans les métiers techniques supports des géosciences, de l'industrie extractive et des services : forages, mesures de terrain, conducteurs d'engins, dessinateurs-projeteurs, SIG...

11. La question des Écoles des mines

Concernant les Écoles des mines, les choix de ces 20 dernières années et les profils des enseignants font qu'il ne semble plus possible d'envisager un redémarrage en géosciences des écoles existantes en province. À l'exception notable de Nancy, du fait du fort potentiel universitaire, ENSG et CNRS.

L'École des Mines de Paris est néanmoins susceptible d'accommoder une croissance modérée, notamment à Fontainebleau. Les locaux disponibles et les recrutements envisageables dans l'enseignement ne permettent pas d'envisager de dépasser 50 ingénieurs au maximum en géosciences (sur les trois formations). Ce qui, sur un effectif total de 150 ingénieurs par an, représenterait quand même le tiers de la promotion ! On pourrait en outre imaginer d'y développer un master spécialisé (en « exploitation des ressources minérales » par exemple) avec des promotions de l'ordre

de 60 élèves par an. Mais cela supposerait de nouveaux recrutements d'enseignants dans ces métiers, et une souplesse plus grande que celle dont bénéficie l'école aujourd'hui.

Un rapport récent préconise la création d'une septième école des mines en province. Actuellement, le profil envisagé n'est pas celui-là, mais une réflexion devrait être engagée avec le ministère en charge de l'industrie, qui porte ce projet, en lien avec les collectivités locales, en vue d'une implantation orléanaise d'une 7^e école centrée sur les métiers des géosciences.

L'ensemble du projet orléanais serait en tout état de cause conforté par une synergie accrue avec Fontainebleau et Rueil-Malmaison, qui pourrait être trouvée dans la création du pôle de compétitivité Géosciences du sud du bassin de Paris mentionné ci-dessus.

Conclusion

En conclusion, compte tenu des déficits attendus de diplômés en géosciences à l'horizon 2020 à l'échelle mondiale quels que soient les scénarii d'évolution économique envisagés, il convient de rappeler les différentes recommandations faites au cours du rapport pour renforcer les Géosciences et leur permettre de donner satisfaction tout à la fois aux besoins de la recherche et des entreprises françaises :

- 1. mieux communiquer sur les géosciences ;**
- 2. informer les lycéens et les étudiants de la demande actuelle et des perspectives d'emplois en géosciences ;**
- 3. adapter le contenu des programmes de formations en géosciences à la demande sociale, notamment celle des entreprises ;**
- 4. assurer une meilleure évaluation des formations universitaires en géosciences en regard des débouchés ;**
- 5. mieux associer enseignement supérieur et formations d'ingénieur en géosciences ;**
- 6. créer quelques pôles d'excellences en géosciences associant enseignement supérieur, recherche et entreprises ;**
- 7. mieux ancrer les formations en géosciences dans les réseaux européens et internationaux ;**
- 8. développer l'accueil des étudiants étrangers ;**
- 9. assurer la mobilisation des seniors.**

Annexe 1

Personnalités auditionnés

Nous tenons à remercier ici toutes les personnalités qui ont bien voulu nous apporter leur concours pour la rédaction de ce document, que ce soit lors de rencontres, de correspondances ou de fournitures de documents sur lesquels nous avons pu baser notre travail.

PERSONNALITÉS RENCONTRÉES

COMPAGNIE	NOM	PRÉNOM	POSITION	DATE
BURGEAP	ANDREINI	JEAN-CLAUDE	CEO	25/01/2008
CEA	SORNEIN	JEAN-FRANÇOIS	DRH	05/03/2008
CGGVeritas	BRUNCK	ROBERT	CEO	10/01/2008
CNRS-INSU	GOFFE	BRUNO	DIRECTEUR ADJOINT	05/03/2008
ENSG NANCY	TISOT	JEAN-PAUL	DIRECTEUR	01/02/2008
ENSMP	GOETZ	DAMIEN	PROFESSEUR	16/01/2008
ENSMP	SCHMIDT	MICHEL	PROFESSEUR	16/01/2008
ERAMET Branche Mn	FOURCADE	JEAN-MICHEL	DIRECTEUR INDUSTRIEL	21/03/2008
ERAMET	DERAM	CHRISTINE	DRH – Gestion des Cadres	21/03/2008
ERAMET	TYNELIUS-DIEZ	KARIN	RELATIONS ÉCOLES	21/03/2008
GORO NICKEL	ROUSSEL	YVES	DIRECTEUR	27/02/2008
IFP	APPERT	OLIVIER	PRÉSIDENT	20/02/2008
IFP ENSPM	KARNINK	JEAN-LUC	DIRECTEUR	20/02/2008
LAFARGE GRANULATS	DALLAS	SERGE	DIRECTEUR	05/03/2008
MESR	GILLET	PHILIPPE	DIRECTEUR DE CABINET	11/02/2008
MESR/DGRI	STEPHAN	JEAN-FRANÇOIS	DIRECTEUR DE DT	11/02/2008
MESR/DGES	TARDY	MARC	CONSEILLER SCIENTIFIQUE	11/02/2008
PENAROYA	RABINOVITCH	MICHEL	RETRAITÉ	21/01/2008
SCHLUMBERGER	PEYRET	OLIVIER	RELATIONS UNIVERSITÉS	31/01/2008
TOTAL	MASSET	JEAN-MARIE	Dr EXPLORATION	08/01/2008
TOTAL	MAURIAUD	PIERRE	EXPLORATION	08/01/2008
TOTAL	MINSTER	JEAN-FRANÇOIS	DIRECTEUR SCIENTIFIQUE	08/01/2008
UNICEM	HOESTLAND	DOMINIQUE	PRÉSIDENT	28/02/2008

PERSONNALITÉS CONTACTÉES

COMPAGNIE	NOM	PRÉNOM	POSITION	DATE
USGS	COAKLEY	GEORGE J.	GEOLOGIST	10/12/2007
AMBASSADE FRANCE PEKIN	MORELON	ISABELLE	ATTACHÉE SCIENTIFIQUE	21/01/2008

EUROGEOSURVEY	CHRISTMANN	PATRICE	SECRÉTAIRE GÉNÉRAL	20/01/2008
BGR (Allemagne)	KUEMPEL	HANS	PRÉSIDENT	22/01/2008
GTK (FINLANDE)	NENONEN	KEIJO	DIR. RECHERCHE	22/01/2008

PERSONNALITÉS NOUS AYANT FOURNI DONNÉES & INFORMATIONS

COMPAGNIE	NOM	PRENOM	POSITION
UFG	SUSTRAC	GERARD	
MESR/DGES	MEURICE	LAURENCE	
BRGM	ALBOUY	LAURENT	BRGM FORMATION
BRGM	TERRAL	PHILIPPE	RH
BRGM	VILLEY	MICHEL	DCE

Annexe 2

Documents de référence

TITRE	AUTEURS	ANNÉE
Revue Géologues numéro 118	SGF	1998
Désaffection des étudiants pour les Etudes Scientifiques. Rapport	Guy Ourisson	2002
Les Scientifiques de Demain. Discours Académie des Sciences	Jean Decourt	2002
Third European Report on Science and Technology Indicators	EEC DG Research	2003
Revue Géologues numéro 141	SGF	2004
<i>Statistique Canada Recensement 2000-CIM Magazine</i>	CIM Magazine	2004
Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft, 2006		2006
Geologists a scarce resource	Gregory Webb	2006
Note d'information N° 06-03, février 2006	MENSR	2006
Prospective emploi-formation à l'horizon 2015	MENSR	2006
Surviving the skills shortage	Schlumberger Business Consulting	2006
The Future lies in Talent and We must act now	Scott W. Tinker	2006
US Skills Crisis will impact South African Mining	Jade Davenport	2006
AAPG Addressing Manpower Needs	Willard Green	2007
Brochure ENSPM, 28p	ENSPM	2007
Geologists' Salaries Jump Again	Mike Ayling	2007
IFEN Dépenses environnementales en France 1984-2007	IFEN	2007
L'industrie minière au Canada en manque d'ingénieurs CIM Magazine	S. Théophile Yaméogo	2007
Master Sciences et Technologies Technologies Mention Geosciences	Eric Marcoux	2007
Nuclear Is Part of Energy Equation	Explorer	2007
Quantifying the workforce crisis in upstream oil an gas	Christine A. Rester	2007
Document de prospective et de stratégie du CNRS	CNRS	2008
Explorer Review	AAPG	2008
Statistiques des Effectifs et des recrutements au BRGM	BRGM-DRH	2008

Annexe 3

Sites consultés

TITRE**ADRESSE**

Earth Science World : Geoscience Workforce Enrollment Statistics for the Geoscience in the United States	http://www.agiweb.org/workforce/
US Degrees Granted in the Geosciences 1973-2005	http://www.agiweb.org/workforce/stats/historicalenrollment.html
Employment Statistics for the Geoscience in the US	http://www.agiweb.org/workforce/stats/historicaldegrees.html
Sloan Career Corner Center	http://www.agiweb.org/workforce/stats/employ.html
Explorer	http://www.careercornerstone.org/geosciences/geosciearn.htm
Bureau of Labour Statistics USA	http://www.aapg.org/explorer/
International Union of Geological Sciences	http://stats.bls.gov/
École des Mines Albi Carmaux	http://www.iugs.org/
École des Mines de Douai	http://www.gemtech.fr/47405561/1/fiche___pagelibre/
École des Mines Alès	http://www.ensm-douai.fr
École des Mines de Nantes	http://www.ema.fr
École des Mines de StEtienne	http://www.emn.fr
École Supérieure de Géologie de Nancy	http://www.emse.fr
SGF 2 ^{ème} Forum : Quels Géologues pour demain	http://www.ensg.inpl-nancy.fr
Enseignants-Chercheurs Bilan et Statistiques	http://sqr.free.fr/seance/s06-12Forum-Geologues.php
	http://www.education.gouv.fr/personnel/enseignant_superieur/enseignant_chercheur/statistiques.htm

Annexe 4

Données quantitatives Union Française des Géologues

Bureaux d'Etudes Groupes et agences régionales (Données UFG)		
Groupes (18)	Agences (197)	Commentaires
ANTEA	20	Regroupées en 9 régions. Couverture régionale
ATOS ENVIRONNEMENT	4	Grandes régions d'activité
BRGM	22	Un service par région (France métropolitaine)
BURGÉAP	12	Grandes régions (villes)
CALLIGÉE	3	Régions Ouest – Sud-Ouest
CEBTP-SOLEN (Groupe GINGER : CEBTP 1997, SOLEN 2002)	32	Maillage régional. 6 grandes régions.
CSD AZUR	4	Grandes régions d'activité
ENCEM	8	Grandes régions d'activité
FONDASOL	17	Maillage régional
FUGRO GÉOTECHNIQUE	5	Essentiellement reprise anciennes implantations
GEOTEC	14	Maillage régional
HYDRO GÉOTECHNIQUE	14	Maillage régional
ICF ENVIRONNEMENT	9	Grandes régions d'activité
POYRY ENVIRONNEMENT (ex. BETURE CEREC)	11	8 agences et 3 bureaux. Maillage régional
SAFEGE ENVIRONNEMENT	7	Grandes régions d'activité
SAUNIER et ASSOCIÉS	4	Grandes régions d'activité
SITA REMÉDIATION	8	Grandes régions d'activité
TAUW ENVIRONNEMENT	4	Grandes régions d'activité

HYDROGÉOLOGUES DES SERVICES PUBLICS (Données UFG)		
Organisme	Nombre	Potentiel
AGENCES EAU	11	
DIREN	14	26
DDASS	2	99
DDAF	7	99
DRAF	1	26
DDE	35	99
DRE	1	26
DRIRE	2	26
Conseils généraux	28	99
SYNDICATS EAU	12	
TOTAL	113	500

Les géologues dans les sociétés membres de l'UPDS (Données UFG)	
Sociétés	Nombre de géologues
ANTEA	120
APAVE NORD-OUEST	7
ARCADIS	10 ?
ATI SERVICES	5
ATOS ENVIRONNEMENT	10
BIOGÉNIE EUROPE	4
BRÉZILLON	1
BURGÉAP	41
CSD AZUR	6
ENVIRO SERVICES FRANCE	1
ENVIRON	7
ERM France	10
EXCIPE France (Burgéap)	5
GRS VALTECH	9
HPC ENVIROTEC	5
ICF ENVIRONNEMENT	8
ORTEC GÉNÉRALE DÉPOLLUTION	5
SERPOL	6
SITA REMÉDIATION	38
TAUW ENVIRONNEMENT	17
URS France	15 ?
TOTAL	330

Nombre de Géologues dans les Domaines Patrimoine géologique – Médiation(Données UFG)		
Structures	Nombre de géologues	Potentiel (nombre de structures)
Musées d'histoire naturelle	21	34 (+ MNHN)
Autres musées	26	Nombreux musées municipaux
Centres de culture scientifique, technique et industrielle (CCSTI)	6	34 CCSTI (40, annuaire AMCSTI)
Réserves naturelles géologiques (RNG)	8	12 (Réserves nationales, RNN)
Parcs naturels nationaux et régionaux	6	7 parcs nationaux et 45 parcs régionaux
Associations	6	
Centres permanents d'initiatives pour l'environnement (CPIE)	5	78 CPIE sur 63 départements
Centres divers de formation	2	
Bureaux d'études et indépendants	13	
Journalistes	30	
Divers	3	
TOTAL	126	Potentiel : 2-3 fois plus

Annexe 5

Sigles utilisés

AAPG	American Association of Petroleum Geologists
AERES	Agence Évaluation de la Recherche et de l'Enseignement
ANDRA	Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs
ANR	Agence nationale pour la Recherche
BEP	Brevet Études Professionnel
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
BSC	Bachelor of Sciences
CAP	Certificat Aptitude Professionnelle
CAPES	Certificat Aptitude Professorat Enseignement Secondaire
CCSTI	Centre de culture scientifique, technique et industrielle
CDD	Contrat Durée Déterminée
CDI	Contrat Durée Indéterminée
CEA	Commissariat à l'énergie atomique
CESMAT	Centre d'Études Supérieur des MATières Premières
CETE	Centre de culture scientifique, technique et industrielle
CETP	Centre d'études des travaux publics
CETU	Centre d'études des tunnels
CFG	Compagnie Française de Géothermie
CGGVeritas	Compagnie Générale de Géophysique
CNAP	Centre National des Astronomes et Physiciens
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
CNAM	Centre National des Arts et Métiers
CRPG	Centre de Recherche Pétrographique et Géochimiques
DDAF	Direction départementale de l'agriculture et de la forêt.
DDASS	Direction départementale des affaires sanitaires et sociales
DDE	Direction départementale de l'équipement
DEA	Diplôme Études Approfondies
DESS	Diplôme Études Supérieures Spécialisées
DRIRE	Direction départementale de l'industrie, de la Recherche et de l'environnement
ECP	École Centrale de Paris
EMMEP	Erasmus Mundus Minerals and Environmental Programme
ENMP	Écoles Nationales Supérieures des Mines
ENS	École Normale Supérieure
ENSG	École Nationale Supérieure de Géologie de Nancy
ENSGME	École Nationale Supérieure de Gestion des Ressources Minérales, Énergétiques et de l'environnement
ENSMP	École Nationale Supérieure des Mines de Paris
ENSPM	École Nationale Supérieure des Pétrole et Moteurs
EOST	École et Observatoire des Sciences de la Terre
EPIC	Établissement Public à Caractère Industriel et Commercial
EPST	Établissement Public à Caractère Scientifique et Technique
ESEM	École Supérieure de l'Énergie et des Matériaux
ESMN	École Supérieure des Mines de Nancy
FSH	Fond de Soutien aux Hydrocarbures
IFEN	Institut français de l'Environnement
IFP	Institut français du Pétrole

IFREMER	Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
INERIS	Institut d'Etude des Risques Industriels
INSTN	Institut National des Techniques Nucléaires
INSU	Institut National des Sciences de l'Univers
IOC	International Oil Company
IPGP	Institut de Physique de Globe de Paris
IPM	Integrated Project Management
IPO	Institut Polytechnique Orléans
IRD	Institut de Recherche et Développement
IRSN	Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire
ISTO	Institut Sciences de la Terre Orléans
LCPC	Laboratoire central des ponts et chaussées
LPCE	Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement (CNRS, Orléans)
LMD	Licence, Master, Doctorat
LRU	Loi 2007-1199 du 10 août 2007
MEDAD	Ministère de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables.
MESR	Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
MNHN	Muséum National d'Histoire Naturelle
MP	Master Professionnel
MR	Master Recherche
NOC	National Oil Company
NPC	National Petroleum Council
NPI	Nouveaux Pays Industriels
OSUC	Observatoire des Sciences de l'Univers d'Orléans
PIB	Produit Intérieur Brut
RTW	Right To Work
SBC	Schlumberger Business Company
SETRA	Service d'études techniques des routes et autoroutes
SVT	Sciences de la Vie et de la Terre
UFG	Union Française des Géologues
UNICEM	Union Nationale des Industries de Carrières Et Matériaux de construction
X	École Polytechnique

Annexe 6

Liste des DESS-DEA-Masters (données UFG)

Université	DESS ou DEA 2004	MP (M2) ou MR (M2) 2007 (en général parcours, parfois spécialité)	Moyenne diplômés 2001-2003 (DESS - DEA)	Diplômés 2007 (M2)	Étudiants 2007-2008 (M2)
Aix-Marseille 1 et 3		MP Gestion territoriale des risques naturels et technologiques (GERINAT)		24 (dont 1 géologue)	30 (dont 2 géologues)
		MP Management des déchets, traitement des sols contaminés (1 des 4 parcours de management de l'environnement, valorisation et analyse, MAEVA)		15	15 (géologues principalement, rares biologistes)
		MP Environnement et analyse (1 des 4 parcours MAEVA)			Pas de géologues (chimistes, biologistes)
Aix-Marseille 1 et 3	DEA Géosciences de l'environnement	MR Géosystèmes (5 parcours : 1. Paléoclimatologie et changements globaux, 2. Sols, eaux, déchets, 3. Systèmes sédimentaires et réservoirs, 4. Géomorphologie holocène et actuelle, risques naturels, 5. Climatologie : mécanismes actuels)	15 (essentiellement géologues)	23-24 (dont 17 géologues et 6-7 géographes)	20 (répartis 50-50 entre géologues et géographes)
Aix-Marseille 2	DEA Sciences de l'environnement marin	MP et MR Océanographie (4 parcours, hors sujet)		Pas de géologues	Pas de géologues
Avignon et Pays de Vaucluse	DESS Hydrogéologie et environnement	MP Hydrogéologie et environnement (HE)	15	18	18
		MR Transfert sol et aquifère (TSA, cohabilitation La Réunion)		8	8
	DEA Sciences de l'eau en environnement continental (Cohabilitation avec Montpellier)	Supprimé	1-2 à Avignon		
Besançon (Franche-Comté)	DESS Géologie appliquée	MP Géologie appliquée (apprentissage)	20	13	21
Bordeaux 3 (Michel de Montaigne)	DESS Ingénierie des géoressources et risques	MP Gestion et exploitation environnementale des géoressources	13	15 (24 en 2005)	8
	DESS Ingénierie de l'eau, mesures et méthodes	MP Ressources en eau	24	24	15
	DESS Ingénierie de l'image	MP Géoimagerie	10 (1/4 géologues)	10 (1/4 géologues)	10 (1/3 géologues)
	DESS Ingénierie des géoressources et risques (partie risques naturels) + DESS Ingénierie de l'eau, mesures et méthodes (partie risques hydrologiques)	MP Risques	13	20 ?	12
Bordeaux 1		MP Écoaménagement, eaux de surface (parcours transversal)			Biologistes et hydrologues. En principe pas de géologue
Bordeaux 1	DESS Géosciences appliquées aux équipements urbains, littoraux et côtiers + IUP Génie civil	MP 3GCE (Génie géologique, génie civil et environnement)	18	27	30
		MR 3GCE (Génie géologique, génie civil et environnement)			2 (1ère année)
	DEA Environnements, paléoenvironnements côtiers et océaniques (Bordeaux 1)	MR ENVOLH (Environnement - Océanographie littorale et hauturière)	20 (dont 18 géologues)	28 (dont ~ 20 géologues)	27 (dont ~ 20 géologues)

Brest	DEA Géosciences marines	MR Géosciences océan : 3 parcours (géodynamique, environnement et dynamique sédimentaires, pétrologie et géochimie)	10-11	9	9
Caen et Rouen	DESS Environnement : sols, eaux continentales et marines	MP Environnement : sols, eaux, biodiversité	21	20	30 (dont 10 biodiversité)
Caen	DESS Génie littoral, portuaire et des estuaires (GELIPODE)	MP Génie côtier	14	10 (en général ~ 15)	13
		MR Génie côtier (hors sujet)		12 (dont 1 géologue)	15
	DEA Dynamique et environnements sédimentaires (Caen, Lille et Rouen)	MR Géosciences : morphodynamique continentale et côtière (Rouen - Caen)	11-12 (Caen, Lille, Rouen)	11 (Caen et Rouen)	9 (2 Caen)
Clermont-Ferrand	DESS Géologie de l'aménagement (géotechnique)	MP Géologie de l'aménagement	17	18	18
Clermont-Ferrand, Saint-Étienne, La Réunion	DEA Processus magmatiques et métamorphiques - Volcanologie	MR Magmas et volcans	12-13 (avec Lyon 1 et Saint-Étienne)	15 (dont 11 Clermont-Ferrand)	13 (dont 10 Clermont-Ferrand)
Dijon (Bourgogne)	DESS Espace rural et environnement	MP Espace rural et environnement (ERE)	23-25	17	24 (50 % géologues)
	DESS Méthodes scientifiques et techniques en archéologie	MP et MR Archéosciences et géoenvironnement (AGE)	20	18 (dont 50 % géologues ; 0 diplômé en MR)	17 (dont 50 % géologues ; 6 en MR)
		MP Vigne et terroir (hors sujet, pas de géologue)		15-20 (0 géologue)	15-20 (0 géologue)
	DEA Géosystèmes, évolution, environnement	MR Géobiosphère (2 parcours : sédimentologie - paléontologie, environnement et climatologie)	19	21	15
Grenoble 1 (Joseph Fourier)	DEA Mécanique des milieux, géophysique et environnement (MMGE)	MR Terre solide (cohabilité INPG ; suite de la filière Terre interne du MR Sciences de la Terre, de l'univers et de l'environnement, 2003-2007)	30 (1/3 de géologues)	20	14
	DEA Dynamique de la lithosphère : des marges océaniques aux chaînes de montagne (avec Aix-Marseille 3, Lyon 1, Nice, Paris 6, Chambéry)	Reconverti dans MR Terre solide	20 (Grenoble)		
	DEA Climatologie et physico-chimie de l'atmosphère (CPCA, hors sujet pour géologues)	MR Océan atmosphère, hydrologie, génie hydraulique et environnement (OAH, suite filière Atmosphère, océan, hydrologie du Master Sciences de la Terre, de l'univers et de l'environnement, 2003-2007)	17-21	15 (1-2 géologues)	23 (1-2 géologues)
	DESS Eaux souterraines, hydrogéologie chimique et physique	MP Eaux souterraines, hydrogéologie chimique et physique	23	21	19
		MP Géosciences : exploration, risques (création 2004)		13	16
La Rochelle	DEA Géomatériaux, eaux, transferts à l'interface (GETI, avec Poitiers)	MR Géomatériaux, eaux, transferts à l'interface (GETI, avec Poitiers)	3-5 (La Rochelle)	1 (La Rochelle)	3 (La Rochelle)
Le Bourget-du-Lac (Savoie)		MP Géosciences appliquées à l'ingénierie de l'aménagement (GAIA)		22	24

	DESS Montagne + IUP Montagne	MP Équipement, protection, gestion des milieux de montagne (EPGM)	20-25 (dont 1/3 géologues)		1 ^{ère} année : 36 (chiffre exceptionnel) dont 1/3 géologues, environ, 1/3 géographes, 1/3 biologistes
Lille 1 (Sciences et technologies)	DESS Génie géologique de l'environnement (GEODE)	MP Géologie de l'ingénieur (GEOLIN)	18	11	17
	DEA de géographie physique - préhistoire	MR Géosystèmes quaternaires (GEOQUA)	12 - 20	9 (géographes essentiellement)	11 (géographes essentiellement)
	DEA Dynamique et environnements sédimentaires (depuis 2003, avec Caen et Rouen)	MR Géosciences des milieux sédimentaires (GEMSED)	12-15	9	8
	DEA Biodiversité et écosystèmes fossiles et actuels	MR Paléontologie (PAL)	12 (dont 3-4 PAL)	2	7
Lyon 1, ENS Lyon		MR Physique et chimie de la Terre et des Planètes (PCPT)		8	8
Lyon 1, ENS Lyon	DEA Paléontologie et environnements sédimentaires	MR Paléontologie, sédimentologie, paléoenvironnements (PSP)	10-15	8	10
		MP Environnement et risques naturels, industriels et urbains (année 2 ouverte apprentissage)		30 (dont 5-6 géologues)	30 (dont 5-6 géologues)
Metz	DESS Gestion intégrée des ressources en eau continentales (GIREC)	MP Hydrologie et hydrogéologie (1 des 2 parcours du master GESMARE)	26 (équivalent 2 parcours actuels ; dont 3 géologues)	11 (dont 2 géologues)	11 (dont 1 géologue)
Montpellier 2 (Sciences et techniques du Languedoc)	DESS Risques géologiques, imagerie de surface et de subsurface, cartographie	MP Géorisques	16	19	12
		MP Réservoirs géologiques		18	18
		MP Gestion et évaluation des ressources en eau (GERE)		24 (dont 2/3 géologues)	26 (dont 2/3 géologues)
	DEA Sciences de l'eau dans l'environnement continental (cohabitation plusieurs établissements Montpellier, Avignon)	MR Sciences de l'eau dans l'environnement continental (Cohabilitation SupAgro, Montp 1)	30 ? (tous établissements cohabilités, géologues et autres spécialités)	15 (dont 5 géologues)	18 (dont 12 Montpellier, 5 géologues)
Montpellier 2, Poitiers, Rennes	DEA Paléontologie, paléobiologie et philogénie	MR Paléontologie, paléobiologie et philogénie (cohabilitation Poitiers et Rennes)	12-16	12 (Montpellier, sur 15)	10 (Montpellier, sur 12)
	DEA Structure et évolution de la lithosphère	MR Géosciences	18-20	12	10
	DESS Aménagement des littoraux et des mers (AALM), cohabilitation Montpellier 1 et 3	MR Gestion des littoraux et des mers (GLM), cohabilitation Montpellier 1 et 3 (Droit et Géographie)	20-22 (dont 1-2 géologues)	22 (dont 1 géologue)	24 (dont 1 géologue)
Nancy 1 (INPL, ENSG)		Mention Géosciences et génie civil (GGC) : parcours déclinés ci-dessous			
		MR Connaissance et gestion des sols et des eaux (CGSE)		8	10
		MP Connaissance et gestion des sols et des eaux (CGSE)		15	18

Nancy 1, INPL, ENSG	DESS Valorisation des ressources du sous-sol	MP Valorisation des ressources du sous-sol	10-11	13	18
	DESS Valorisation des ressources du sous-sol	MP Risques et sécurité des ouvrages	4-5	9-10	11
Nancy 1, Nantes		MR Géosciences planétaires (parcours GR, cohabilité Nantes)		14 (dont 9 Nantes)	12 (dont 6 Nantes)
		MR Géodynamique (parcours GR)		8	15-16
		MR Métallogénie (parcours GR)		6	12
		MR Géosciences pétrolières (parcours GPIR)		7 (total GPIR)	12 (global GPIR)
		MR Ingénierie et hydrodynamique des réservoirs (parcours GPIR)			
		MR Géomécanique (parcours de HGM)		31 (global HGM, 50/50 géomécanique et hydromécanique)	14 (nombreux étudiants passés en GPIR)
		MR Hydromécanique (parcours de HGM)			
	DEA Terre : dynamique, ressources, environnement	Reconverti dans la mention Géosciences et génie civil			
	DEA Protection, aménagement et exploitation du sol et du sous-sol	Reconverti dans la mention Géosciences et génie civil			
Nantes, Nancy 1	DEA Géosciences (multiples options, cohabilitation de Rennes)	MR Géosciences planétaires (cohabilitation UHP Nancy)	15-20 (toutes options confondues ; Nantes inclus)	9 pour Nantes (dont 8 géologues ; sur total de 14 avec Nancy)	6 pour Nantes (dont 6 géologues ; sur total de 12 avec Nancy)
		MP Cartographie et gestion des espaces à fortes contraintes (Géographie et Sciences Nantes)		20 (dont 10 géographes et 10 scientifiques dont 4 géologues)	24 (dont 10 géographes et 14 scientifiques dont 5 géologues)
		MR Géodynamique (parcours inséré pour 2008-2009 en partenariat avec Brest)			
Nice Sophia-Antipolis	DEA Dynamique de la lithosphère : des marges océaniques aux chaînes de montagne (avec Aix-Marseille 3, Lyon 1, Nice, Paris 6, Chambéry)	Supprimé	18-23 (dont 2-3 Nice)		
		MR Dynamique des systèmes géologiques et aléas (DSGA)		9	7
		MP Aménagement et géoingénierie (AGI)		16	19
	DESS Gestion de la Planète	MP Gestion de l'environnement et développement durable (GEDD, apprentissage)	18-22 (dont 2 à 9 géologues)	26 (dont 6 géologues)	32 (dont 4 géologues)
Orléans	DESS Exploration et gestion des ressources minérales	MP Ressources minérales et transferts lithosphériques	10	12	12
	DEA Géosystèmes : fonctionnement et ressources (cohabilité Tours)	MR Ressources minérales et transferts lithosphériques	10	6	5
		MP Géomatique (lettres - géographie, cohabilité sciences de la Terre jusqu'en 2007-2008)			0 géologue

	DESS Géomatique. Option : cartographie de terrain et numérisation en géosciences	MP Géoenvironnement de surface/ subsurface géomatique (Geo2env	12	9	9
	DEA Géosystèmes : fonctionnement et ressources (cohabilité avec Tours)	MR Sédimentation, flux de matière et géologie de surface (FluxEnv, cohabilité avec Tours)	6 (dont 2-3 Tours, en général géologues)	5 (dont 2 Tours)	2
Paris 6 (IPG Paris)	DEA Dynamique de la lithosphère : des marges océaniques aux chaînes de montagne	Transféré dans : Lithosphère, bassins, pétrole (LBP)	15 (2 DEA ?)		
Paris 6	DEA Méthodes quantitatives et modélisation des bassins sédimentaires	Transféré dans : Lithosphère, bassins, pétrole (LBP)			
Paris 6 (Pierre et Marie Curie) + ENSMP, IFP		MP et MR Lithosphère, bassins, pétrole (LBP)		16	16
Paris 6 (Pierre et Marie Curie)	DESS Géophysique appliquée	MP et MR Géophysique appliquée : ressources et environnement	23	21	15
Paris 6, CNAM, ENSMP	DESS Géologie, géotechnique, géologie d'entreprise	MP Géologie, géotechnique	15	17 (principalement géologues)	17 (principalement géologues)
Paris 6	DEA Hydrologie, hydrogéologie, géostatistique et géochimie (Paris 6, Paris 11, ENGREF)	MP Hydrologie - hydrogéologie	22-23	19 (1/3 géologues)	24 (1/3 géologues)
Paris 6, ENSG (École nationale des sciences géographiques, ENSG)	DESS Informatique appliquée aux sciences de la Terre (IAST)	MP Informatique appliquée aux systèmes d'information géographique (IASIG)	54 (dont 20-30 % géologues)	8 (dont 3 géologues)	11 (dont X géologues)
Paris 6, École Ponts, Centrale	DEA Mécanique des sols et des ouvrages dans leur environnement	MR Mécanique des sols, des roches et des ouvrages dans leur environnement	25	22 (1-2 géologues)	18 (1-2 géologues)
Paris 6	DEA Paléontologie, paléobiologie, phylogénie	MR Systématique et évolution		(dont X géologues)	32 (total 4 parcours)
		MR Paléontologie et évolution (2 autres parcours sont pour les biologistes)		(dont X géologues)	12 (dont X géologues)
		MR Géomatériaux et ressources minérales (Géosciences) : envisagé mais jamais créé			
		MR Sciences de la Planète			
Paris 7, IPG Paris, ENS		Master STEP général			
Paris 7, IPG Paris, ENS	DEA Géophysique interne	MR STEP Géophysique	20-30	11	21
Paris 7, IPG Paris, ENS	DEA Géochimie fondamentale et appliquée	MR STEP Géochimie	10	0	6
Paris 7, IPG Paris, ENS		MR STEP Géologie et risques naturels		7	7
Paris 7, IPG Paris, ENS		MR STEP Géomatériaux		2	0
Paris 7, Paris 6, ENS		MR et MP STEP Télédétection		13	26 (MR 11, MP 15)
Paris 7, IPG Paris, ENS	DESS Géophysique de surface et de subsurface	MP Géophysique de surface et de subsurface (G2S)	13	6	13

Étude emplois en géosciences

Paris 7, IPG Paris, ENS		MP Génie de l'environnement et industrie (GEI)		19 (60 % géologues)	19 (60 % géologues)
Paris 11 (Paris Sud, Orsay)	DESS Génie de l'environnement, option Génie géologique	MP Géologie et environnement	15	16	10
	DEA Géodynamique et physique de la terre, sédimentologie et géochimie	MR Environnements sédimentaires	15-20	6	10
		MR Environnements volcaniques		6	8
	DEA Hydrologie et hydrogéologie	MR Hydrologie, hydrogéologie et sols	7-10	7 (80 % géologues)	11 (80 % géologues)
		MR Planétologie		7 (dont 3 Paris sud ; 1/3 géologues, 2/3 physiciens)	4 (dont 3 Paris sud, 3/4 géologues, 1/4 physiciens)
Paris 11, ENS (arrêt en 2008)		MR Sciences de la Planète Terre			
Pau et pays de l'Adour	DEA Sciences de la Terre et de l'environnement (cohabilitation de Toulouse)	MP et R Exploration géophysique	Nombre Pau sur les 20-25 ?	12 (dont 10 géologues)	12 (dont 10 géologues)
Perpignan		MP Géosciences marines appliquées		15	12
		MR Environnements océaniques		0	0
Poitiers	DEA Paléontologie, paléobiologie, phylogénie	MR Paléontologie, paléobiologie, phylogénie (cohabilité Montpellier 2, Paris 6, Rennes 1)	?	2 (Poitiers, sur 15)	1 (Poitiers sur 12)
	DEA Géomatériaux - eau : transferts et interactions	MR Géomatériaux, eaux, transferts à l'interface (GETI, avec La Rochelle)	15-20	11	15
		MP Géotechnologie environnementale		15	15
Rennes 1	DEA Géosciences (multiples options, cohabilité Nantes)	MR Géologie et géophysique	15-20 (toutes options Géosciences)	16 (dont 2 Basins Master)	17
	DEA Géosciences (multiples options, cohabilité Nantes) + DEA national Science du sol	MR Bassins versants, eaux, sols (BES)		14 (dont 50 % géologues)	14 (dont 50 % géologues)
Rennes 1, Poitiers, Montpellier 2	DEA Paléontologie, paléobiologie, phylogénie	MR Paléontologie, phylogénie, paléobiologie	10-15 (2/5 Poitiers, 2/5 Montpellier, 1/5 Rennes)	15 (total)	1 (Rennes, sur 12)
Strasbourg 1 (Université Louis Pasteur, ULP ; Université de Haute-Alsace, UHA ; École nationale du génie de l'eau et de l'environnement, ENGEES)		MP Risques naturels		8	8
Strasbourg 1 (Université Louis Pasteur, ULP ; Université de Haute-Alsace, UHA ; École nationale du génie de l'eau et de l'environnement, ENGEES)		MR Risques naturels		8	7

Strasbourg : ENGEES + Nancy 1, INPL, ENSG, ENSMIN		MP Gestion, traitement et valorisation des déchets (GEDE)		20 (pas de géologues)	
Strasbourg 1 (Louis Pasteur, ULP)	DEA Terre (ex Physique et chimie de la Terre supprimé en 2001)	MR Sciences de la Terre	7	19 (dont 5 élèves EOST)	19 (dont 7 élèves EOST)
	DEA Géophysique interne (ex Physique et chimie de la Terre supprimé en 2001)	MR Sciences de la Terre (voir ci- dessus)	13		
	DEA Terre - Dynamique, ressources, environnements (cohabilité Strasbourg 1 - Nancy 1)	MR Physique, chimie et biologie de l'environnement		7-8 (dont 1 géologue)	7-8 (dont 1 géologue)
		MP Ingénierie environnementale (ULP, UHA)			
Toulouse 3 (Paul Sabatier)	DESS Géoingénierie de l'environnement	MP Génie de l'environnement	16	21 (tous géologues)	48 (dont 35 géologues)
	DEA Sciences de la Terre et de l'environnement	MR Sciences de la Terre et des planètes solides	20-25 (total)	15	15
	DEA Sciences de la Terre et de l'environnement	MR Hydrologie, hydrochimie, sol, environnement (H2SE, cohabilité INP)	20-25 (total)	17 (50 % géologues)	22 (50 % géologues)
		MP Géologie des ressources naturelles (GRN)			8 (1 ^{er} M2)
	DESS Minéralogie et matériaux	MP Matériaux (commun avec chimistes)	20	26 (dont 10 géologues)	22 (dont 3 géologues)
		MP Surveillance et Gestion de l'environnement (SGE)			19 (dont 30 % géologues)
Tours	DEA Géosystèmes : fonctionnement et ressources (cohabilité avec Orléans)	MR Flux organiques et minéraux dans les environnements actuels et passés	2-3 (en général géologues, sur 6 avec Orléans)	2 (géologues), sur total de 5 avec Orléans	0

Annexe 7

Source colloque FEDEM 10 06

Par ordre décroissant la demande vient des hydrocarbures, du génie civil, de la géotechnique, de l'environnement et des mines et carrières (AREVA, ERAMET, IMERYS, SALINS...)

Pour les mines et carrières les effectifs cadres se situent entre 260 et 290 personnes en France et à l'étranger répartis :

-Géosciences	45%
-Mines	35%
-Traitement	15%
-Divers	5%

Besoins annuels futurs :

-9 à 11 géoscientistes

-8 à 10 mineurs

-8 à 10 ingénieurs procédés

Deux écoles ont maintenu un enseignement de géologie appliquée:

-ENSG Nancy

Promotion annuelle de l'ordre de 90

Débouchés : 29% hydrocarbures, 24% environnement, 23% génie civil, 14% mines et carrières

-IGAL Cergy

Promotion annuelle de l'ordre de 25

Débouchés : 31% environnement, 27% hydrocarbures, 24% génie civil, 8% mines et carrières

LES RESSOURCES : GEOSCIENCES

L'Université a perdu la plupart de ses pôles d'enseignement de géologie appliquée, deux principaux subsistent: Nancy (CREGU) et Orléans (ISTO), ces pôles sont plutôt orientés vers la recherche.

Les différentes filières forment chaque année entre 15 et 17 ingénieurs ou docteurs allant vers les mines et carrières

Annexe 8

Initiative européenne de formation en géosciences pour l'activité extractive (noter l'absence de partenaires français dans ce réseau !)

Comblent le déficit en géosciences

L'initiative européenne de formation



EMMEP
Erasmus Mundus Minerals and Environmental Programme

EMC	Mining Engineering Aachen , Exeter , Delft , Helsinki
EMEC	Mineral Engineering Aachen , Exeter , Delft , Helsinki
EGEC	Geotechnical and Environmental Engineering Miskolc , Wroclaw , Exeter

Camborne, Delft, Aachen, Berlin, Freiberg, Helsinki, Wroclaw, Miskolc, Kosice



FEMP
Federation of European Mineral Programs

3 Programs
9 Universities
60 Students per Year
1 Golden Chance for You!

Website: www.femp.org
Contact: info@femp.org

European Mining Course
European Mineral Engineering Course
European Geotechnical and Environmental Course

2008, <http://www.emmep.org/>

Annexe 9

Les principales universités « pétrolières » partenaires de Schlumberger

États-Unis :

- Texas A&M ;
- Texas University ;
- Colorado School of Mines ;
- Stanford ;
- Oklahoma University.

Grande-Bretagne :

- Imperial College ;
- Heriot Watt Edimburgh.

Autres Europe :

- Delft, Hollande ;
- Trondjem NTNU, Norvège ;
- Ecole des Mines de Loeben, Autriche (reservoir ingeneering).

Mexique :

- Université de Monterrey

Annexe 10

Polytech'Orléans

Polytech'Orléans forme des ingénieurs durant un cycle d'études de 5 ans incluant un cycle initial (CIP) de 2 ans et un cycle ingénieur de 3 ans avec trois spécialités dont une en génie civil (GC). Les recrutements se font principalement pour les CIP au niveau bac (en 2008 : 90 places dont un bon tiers se destinera vraisemblablement à la spécialité GC) et pour le cycle ingénieur au niveau bac +2 (en 2008 : 131 places pour les CPGE dont 45 pour la spécialité GC et 40 places pour les titulaires de DUT et de L2 dont 3 pour la spécialité GC).

L'effectif prévisionnel dans la spécialité GC est donc de 80 élèves-ingénieurs.

Cette spécialité forme des ingénieurs dans les domaines du génie civil, des géosciences et de l'ingénierie de l'environnement. Ces trois grands domaines sont complémentaires et interconnectés tant sur l'aspect scientifique que législatif. La gestion des ressources, au sens du développement durable, est une des préoccupations fondamentales des métiers auxquels prépare cette formation. Une attention particulière est portée aux :

- infrastructures de transport, aussi bien dans les aspects de conception que d'études et de réalisation ;
- études et dimensionnement des ouvrages d'art méthodes de constructions durables ;
- problèmes environnementaux liés à l'eau, au sol et aux déchets ;
- études du sol et du sous-sol, sous l'angle de la géotechnique, de la géologie et de la ressource en géomatériaux.

En dernière année, des compétences spécifiques sont acquises par les élèves ingénieurs à travers chacune des trois options : gestion du géo-environnement, travaux publics et aménagement et à partir de la rentrée 2008 : construction durable.

La formation dispensée débouche sur trois grands secteurs d'activités, liés à l'aménagement du territoire :

- les entreprises de travaux publics et les bureaux d'études chargés de concevoir les infrastructures de transport (études économiques, d'impact environnemental, choix du tracé, assainissement, conception de la chaussée, des ouvrages d'art, des équipements, études géologiques et géotechniques, etc.), de les réaliser ou de suivre leur réalisation ; ces bureaux d'études (Ingerop, Scétauroute, Arcadis, etc.) et ces entreprises de travaux (Colas, Eurovia, Appia, Screg) représentent environ 35 % des débouchés ;
- les bureaux d'études et groupes industriels spécialisés dans le traitement ou l'approvisionnement en eau (Lyonnaise des eaux, Vivendi), les déchets domestiques ou industriels (Onyx, SITA), les études d'impact environnemental, l'étude et le traitement des sols pollués et de la ressource en eau (ANTEA) représentent eux aussi environ 35 % des débouchés ;

- les collectivités territoriales et les « institutionnels » liés à l'aménagement du territoire et au respect des ressources et de la réglementation en matière d'impact, qui génèrent environ 10 % des emplois.

Les autres secteurs d'emploi, soit environ 20 % des débouchés, concernent le bâtiment (conception et construction), les matériaux du génie civil (exploitation de carrières, d'usines à béton), et, plus marginalement, la prospection minière, l'enseignement et la recherche.

Polytech'Orléans offre d'autre part, depuis 1992, la possibilité à des titulaires d'un diplôme d'ingénieur, de suivre une année de spécialisation en Génie de l'Environnement. L'évolution du marché de l'emploi et la nécessité d'accentuer l'expertise des futurs diplômés ont conduit à recentrer la formation autour de la thématique « sol », en partenariat avec de grands organismes tels que le BRGM, l'INRA, l'ISTO, l'IRD, l'IFEN, l'ADEME et des entreprises du secteur, telle qu'ANTEA. Cette nouvelle formation intitulée « Année de Spécialisation en Gestion Environnementale des Sols- ASGES » a été habilitée par la commission des titres d'ingénieur le 8 mars 2006, à délivrer un diplôme d'ingénieur d'année de spécialisation.

Cette formation est également ouverte aux titulaires d'un master recherche ou professionnel ou équivalent (DEA, DESS). Elle mène alors à la délivrance d'un diplôme d'université de spécialisation (DU). Elle est accessible soit à de jeunes diplômés, soit à des cadres en entreprise ou en recherche d'emploi, grâce au service de formation continue de l'Université d'Orléans qui bénéficie du concours financier du Conseil régional.

Ces formations bénéficient d'un environnement scientifique très riche :

- au sein de l'université d'Orléans, avec l'Institut des sciences de la terre d'Orléans (ISTO) et le Centre de recherches sur la matière divisée (CRMD) tous deux UMR CNRS ;
- dans le cadre de collaborations étroites avec des organismes, comme le BRGM, spécialistes des sciences de la terre et l'environnement.

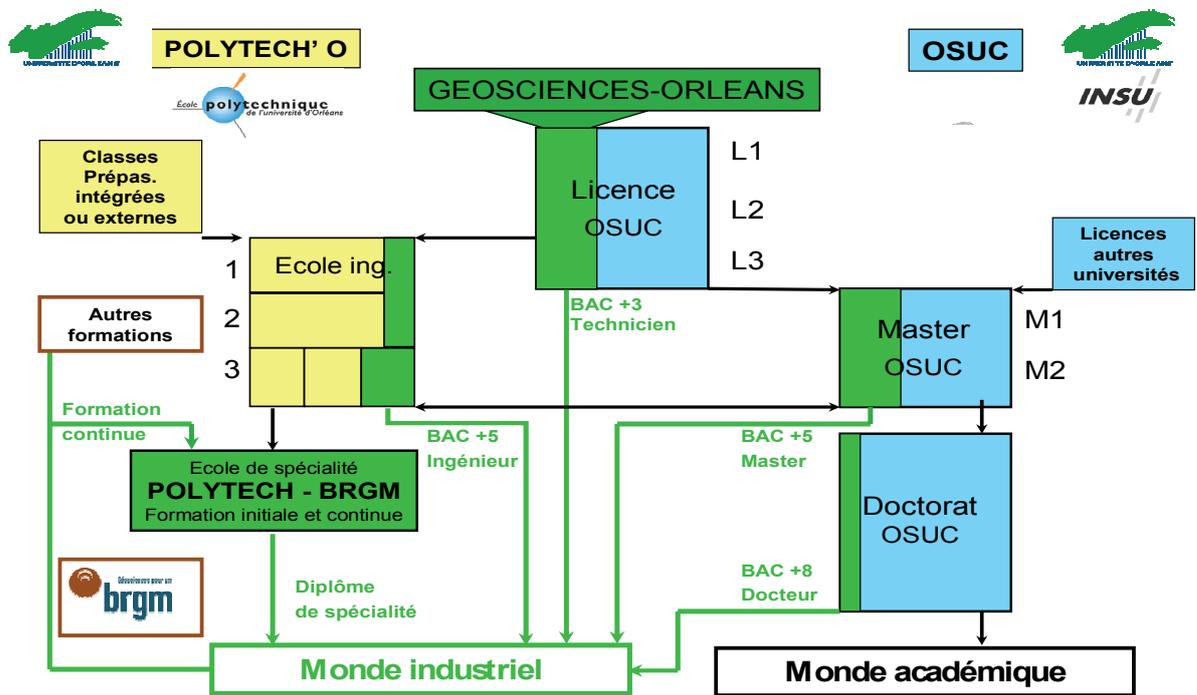
Des liens étroits existent aussi, à travers des thèses ou des projets, avec des centres de recherche d'entreprises privées comme Eurovia ou Colas, ou publics comme le Laboratoire central des Ponts et Chaussées.

Organisme	G2E	TPA	ASGES	TOTAL
DDASS	3			3
DRIRE			1	1
Conseils Généraux	1		2	3
Syndicat des eaux	1			1
CNRS	4			4
Communauté d'Agglo	1	1	3	5
CEA	1			1
BRGM	1			1
				0
IRIS	1	4		5
BERIM	1	1	1	3
SNCF		2	3	5
ANTEA		1	1	2
APPAVE	0	0	1	1
ARCADIS	0	2	1	3
BURGEAP	1			1
VEOLIA	6			6
GINGER	1	2		3
SETEC	1			1
CEMEX	2		1	3
BETURE		1	1	2
SAFEGE			2	2
SCHLUMBERGER	1			1
SUEZ	8	10	2	20
BOUYGUES	3	27		30
LAFARGE		1		1
VINCI		12		12
EIFFAGE		5		5
EGIS		3		3
PME, bureaux d'études	57	20	58	
TOTAL	94	92	77	

Liste des entreprises qui ont embauché des diplômés de Polytech'Orléans entre la spécialité Génie civil et l'ASGES entre 2002 et 2006.

Annexe 11

Géosciences Orléans : parcours intégré LMD École d'ingénieur – École de spécialité



**PROJET «GEOSCIENCES-ORLEANS»
PARCOURS INTEGRE - LMD - ECOLE D'INGENIEUR - ECOLE DE SPECIALITE**

(source OSU- Orléans)

Annexe 12

Commentaires reçus de M. Masset, entreprise TOTAL

- Commentaires sur l'aspect du futur (notamment pages 65-66) :
 - un pôle reconnu repose sur :
 - . un enseignement qui corresponde aux besoins des employeurs,
 - . une recherche reconnue internationalement, liée au centre de formation,
 - . des industriels qui participent aux actions de formation, soutiennent la recherche et embauchent les jeunes diplômés ;
 - la formation française en Géosciences souffre d'une atomisation de l'enseignement et de la recherche qui réduit la valeur des diplômes et la reconnaissance des chercheurs.
- Il est urgent de revenir à un nombre limité de pôles qui concentreraient les étudiants et les chercheurs.
- Il convient de s'interroger sur les réelles convergences entre la formation des 500 professeurs de SVT et celles des futurs ingénieurs.
- La recherche doit revenir sur des sujets totalement abandonnés dans les vingt dernières années.
- L'enseignement des Ingénieurs Géologues doit être principalement généraliste et ne pas se spécialiser avant la dernière année d'enseignement.

Les sujets doivent être traités dans leur entièreté : on doit veiller à ne pas séparer la prospection et la valorisation des ressources du traitement des déchets liés à leur exploitation ni même à scinder les différents aspects des Géosciences en différents endroits géographiques.

Les spécialistes des différents domaines spécifiques seront principalement des Docteurs (donc expérience recherche post diplôme d'Ingénieur).

- Chaque centre de formation devra traiter de tous les sujets Géosciences comme le fait l'ENSG actuellement.
- L'augmentation des diplômés peut aussi passer par l'augmentation des capacités d'accueil des installations existantes et pas uniquement par la création de centres nouveaux.

Annexe 13

Remarques formulées lors de la présentation du rapport au Conseil d'Administration, le 15 mai 2008

M. STEPHAN - Je voulais féliciter et remercier Jacques VARET, les équipes et les collaborateurs qu'il a mobilisés sur ce travail, qui est vraiment remarquable.

Ce document sera d'un très grand intérêt pour l'ensemble des acteurs, notamment pour les acteurs académiques, pour les établissements d'enseignement supérieur, universités et écoles - les petites comme les plus grandes - qui vont bien évidemment se l'approprier, qui vont certainement - mais Jacques VARET en a parlé, nous en sommes parfaitement conscients - encore l'améliorer et l'enrichir, apporter des informations qui ne s'y trouvent pas, parce que le temps était limité.

C'est donc sur ce point que je voulais insister. La commande de départ rappelée par Jacques VARET était liée directement aux besoins de renouvellement et de recrutements du BRGM dans les années à venir. L'exercice mené va bien au-delà. Et je dirai que le ministère en charge de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, et là en particulier de l'Enseignement supérieur au titre de la formation, est vraiment extrêmement satisfait de la qualité du travail et redevable à Jacques VARET et au BRGM pour l'exercice mené.

M. le PRÉSIDENT - Merci beaucoup de cette appréciation.

M. BRUNCK - Je voudrais m'associer à ces félicitations pour dire que ce rapport est d'excellente qualité et je prends le point de vue de l'industriel ; je dirai qu'il traduit fidèlement la réalité dans laquelle nous vivons.

Je sais que quand les courbes montent ainsi, on se dit que ce n'est pas possible, que cela va s'arrêter. En fait, on est réellement dans une situation de correction sévère. On connaît le mode de correction des marchés financiers, quand c'est sévère, c'est sévère et là, on a une correction du retour vers l'économie réelle.

Simplement deux ou trois remarques qui vont à la fois dans le sens de la vigilance et dans le sens de l'espoir d'y arriver, parce que je disais à Jacques VARET que je suis étonné, compte tenu du peu d'attention médiatique - et l'opinion aujourd'hui est faite par cela - de ces dernières années, qu'un substrat de formations ait survécu en France ; qu'un certain nombre d'entreprises aient réussi à tenir bon et même à devenir des leaders de leur métier et que nous ayons une plus grande capacité que nous le pensions à prendre des scientifiques qui avaient pris d'autres voies pour les former vers ces sciences de la Terre. Et vous en parliez plus haut, sur le côté versatilité, il y a donc vraiment tout un travail à faire.

Je ne peux que supporter l'idée d'avoir des universités appliquées. L'IFP, Pétrole et Moteurs, c'est un grand classique. Les gens viennent du monde entier pour s'y former. Nous-mêmes, nous ne trouvons pas et ce serait faire un mauvais débat aux universités que de penser qu'elles peuvent former des employés immédiatement prêts à l'emploi. Il y a de la formation et nous avons, nous, créé notre CGG Veritas Université ; nous embauchons 1 000 personnes par an en ce moment, la moitié en remplacement et l'autre moitié en croissance. Il s'agit donc d'un travail intense à faire. Tout cela pour dire que cette tendance est là, cette correction est là, il ne faut pas prendre de retard et que la France a un rôle à jouer.

Le danger vient du fait que beaucoup de personnes dans le monde savent que la France est un très bon réservoir en matière de personnes de formation de qualité. Et il y a de ce point de vue un véritable ciblage actuellement des compagnies internationales qui font ce travail.

Juste une anecdote, l'École de Géologie de Nancy, ce n'est pas tout à fait par hasard si elle en est là ; son Président est Jean-Marie MASSET et, en 2003, il a vu venir et je peux vous dire qu'ils ont fait de la vraie « retape », à tel point d'avoir des parrains de promotion comme moi-même et d'autres, qui avons passé notre temps à dire aux jeunes, qui étaient formés dans ces écoles et qui dans le passé, tout en ayant ces formations, étaient à 70 % dans le consulting ou dans la banque ou vente de produits dérivés : non, l'avenir est bien là. Bref, c'est intéressant.

En résumé, je crois qu'il n'y a pas le « syndrome de club de Rome », il y a du sérieux, un retour à l'économie réelle ; il faut que le BRGM joue sa part dans l'attractivité et la formation appliquée et, s'il y a une formation appliquée de ce type, il y aura des étudiants internationaux qui viendront.

M. le PRÉSIDENT - Je souscris entièrement à l'ensemble des remarques, notamment à celle-ci. Toute une partie du public que nous devons utiliser pour travailler durablement ou temporairement avec les établissements français, les entreprises, ce sont des jeunes étrangers. On a donc tout intérêt à voir des Chinois et des Africains qui s'impliquent dans nos affaires.

M. RAYMOND - Je m'associe également aux louanges qui ont été faites à ce travail remarquable et très utile. J'ai juste une demande de précision qui rejoint votre dernière remarque. Je n'ai pas vu, mais j'ai peut-être mal lu le rapport et vous voudrez bien m'en excuser par avance, le rôle, l'action du CESMAT dans ce processus qui justement, par rapport à l'accueil d'étudiants étrangers, est une originalité du système français...

M. VARET - Le CESMAT est bien mentionné, j'y consacre une demi page du rapport, dans le chapitre qui traite des Écoles des Mines.

Je ne l'ai pas écrit dans le rapport, mais il existe également un paradoxe, c'est que des formations sont faites par le CESMAT pour des étrangers, mais ne sont pas faites pour des étudiants français, c'est-à-dire que l'on construit une formation spécifique, à la carte pour ces étudiants étrangers qui n'est en fait pas offerte dans les cursus ordinaires. Ces formations sont pourtant très intéressantes.

Je ne l'ai pas écrit non plus dans le rapport, mais d'une certaine manière, par son action, le CESMAT a permis le maintien de certaines formations dans des Écoles des Mines, notamment à Alès, qui pourraient peut-être permettre de faire redémarrer les choses concernant des formations plus ordinaires ; je ne l'ai pas écrit non plus, mais je sais par les sources que j'ai pu consulter que des professeurs de géologie à Alès n'ont pas été remplacés.

M. le PRÉSIDENT.- Je suis très sensible aux félicitations qui s'adressent d'abord à Jacques VARET, mais également à la maison. Il faut vraiment que nous rebondissions,

les uns et les autres, dans nos différentes responsabilités sur ce rapport. Ce n'est pas qu'un point du Conseil d'administration du BRGM, nous pouvons tous jouer un rôle utile pour le faire prospérer.

À court terme, plus il circulera, plus il sera enrichi par des contributions, des critiques, des demandes d'ajouts, mieux cela vaudra. J'aimerais donc vraiment que nous veillions à mettre à disposition des versions numériques, que Jacques se prépare à enregistrer dans les semaines qui viennent. C'est vraiment une des manières dont un établissement public comme le nôtre doit aider à résoudre un problème très réel.

Merci donc à Jacques VARET.

