

La filière Mines et Carrières

Michel Rabinovitch

Introduction générale

Le destin des sociétés françaises

La défunte Peñarroya

La société Peñarroya, fondée en 1881, exploitait et traitait les minerais de Pb-Zn-Ag dans plusieurs pays d'Europe et du monde. En 1982, le principal actionnaire de Peñarroya, la banque Rothschild, est nationalisé par le président Mitterrand. L'État devient donc actionnaire principal et, n'ayant rien à faire de mines ni de fonderies, revend ses parts à Preussag. Peñarroya disparaît pour faire place à Metaleurop qui ne garde en France que la mine de St Salvy et la fonderie de Noyelles-Godault. Tout le domaine étranger de Peñarroya est bradé. St Salvy est fermé avant la fin du siècle, et le territoire national enfin débarrassé de cette industrie réputée dégradante. Ce qu'il reste de Metaleurop sera par la suite vendu à Glencore, qui fermera Noyelles-Godault, mis à la ferraille, pour ne garder en France que des services commerciaux, tout en développant dans le monde Xstrata, une société minière basée en Suisse qui est en train de prendre un essor considérable.

La société Eramet

En 1880 naissait la Société le Nickel, entièrement basée au départ sur le nickel latéritique de Nouvelle-Calédonie. En 1970, la SLN et Peñarroya fondent le groupe Imetal, qui avait l'ambition de réunir toute la métallurgie et la mine des non-ferreux. L'actionnaire principal était aussi la Banque Rothschild, et sa nationalisation a provoqué une réorganisation considérable. Le volet Peñarroya ayant disparu, la SLN, réunie à la Compagnie Minière de l'Ogooué (COMILOG) qui exploite le manganèse au Gabon, et d'autres atouts acquis depuis, forment la Société Eramet. Aujourd'hui très florissante, cette société possède deux centres miniers, un pour le manganèse au Gabon, et un pour le nickel en Nouvelle-Calédonie, et plusieurs aciéries. D'encourageants essais de diversification minière sont en route, à surveiller de près par les jeunes géologues miniers.

Le groupe Imetal

Il n'a pas disparu avec la nationalisation de la Banque Rothschild, mais a été racheté par un groupe belge qui a dirigé ses activités vers les minéraux industriels

et les matériaux de construction dans une gamme très variée. Ce groupe a pris le nom d'Imerys depuis quelques années. Extrêmement prospère, il exploite, fabrique et vend dans le monde entier.

Le Bureau de Recherches Géologiques et Minières

Au lendemain de la guerre, l'État a désiré organiser un puissant groupe qui serait à la fois Service géologique et promoteur minier. Il créa ainsi le BUMIFOM pour la France d'Outre-Mer et le BRGG, qui devint ensuite le BRGGM, puis le BRGM, pour la métropole. Le BUMIFOM disparut avec le domaine colonial. Le BRGM fit l'inventaire géologique et minier de la France, fut partenaire de Peñarroya dans des découvertes très importantes (St Salvy et Neves-Corvo), et devint conseiller ou prestataire de services dans de nombreux pays. Actuellement, le BRGM n'a plus d'activité d'exploitant minier. Il mène des programmes de recherche scientifique et des opérations contractuelles d'exploration pour des clients divers notamment en Afrique.

La COGEMA

La COGEMA, fondée par l'État comme le BRGM au lendemain de la guerre, a eu la charge de découvrir et d'exploiter des gisements d'uranium en France, tâche dont elle s'est acquittée au mieux jusqu'à la découverte de gisements infiniment plus riches au Niger et au Canada notamment. Actuellement, elle s'est entièrement tournée vers l'étranger et a fermé les gisements français. Il n'empêche que la flambée sur l'énergie a précipité l'exploration minière et que des possibilités sont à considérer pour les géologues miniers. La COGEMA a aujourd'hui pris le nom d'AREVA NC.

L'avenir des métiers de la géologie minière

Après la mésaventure de Peñarroya, on pourrait se demander s'il est bien raisonnable de choisir le métier de géologue minier. Deux autres articles de cette revue ont déjà répondu à la question. L'un montre à quel point la demande mondiale en minerais métalliques est au-dessus de l'offre et souligne que la montée du cours des métaux atteint jusqu'à trois à cinq fois celui d'il y a trois ans. L'autre prouve que l'Europe n'est pas moins pourvue de possibilités minières que n'importe quel autre continent de l'Ancien ou du Nouveau Monde.

Devenir géologue minier ? Oui, c'est raisonnable, oui, c'est souhaitable ! Il y a un grand avenir dans cette profession ensorcelante, quelle que soit la spécialité que l'on va pratiquer. Entrer dans l'exploration minière, c'est un peu partir vers l'île au trésor, ou encore démêler les fils d'une énigme dont le prix est la conquête du Graal. Dans notre monde si codifié, s'il reste une aventure possible, c'est celle du géologue d'exploration !

On me dira qu'il n'y a plus guère de sociétés minières françaises. Certes, mais il y en a des centaines ailleurs dans le monde, et il n'est pas indifférent qu'un géologue français y fasse la preuve de ses qualités et de son savoir. Et puis, les choses étant ce qu'elles sont, l'ingénieur de cette vieille société française qu'était Péchiney s'imaginait-il qu'il se trouverait, tout-à-coup, au sein d'une société canadienne ? Et celui d'Arcilor, que son patron serait de l'Inde ? Et l'Américain de Martin Marietta, qu'il travaillerait pour Eramet ?

On l'a dit ailleurs : les matières minérales se font rares et les géologues miniers aussi. N'est-il pas sage de profiter de l'occasion ? Et qui sait ? Peut-être nos hommes politiques et nos hommes d'argent auront-ils un jour un éclair d'intelligence et relanceront-ils l'exploration et l'exploitation minière, en France et ailleurs ? Et alors à nous, géologues miniers, la gloire, et peut-être la fortune !

Les spécialités du géologue minier

Il est assez surprenant de constater que la profession du géologue travaillant pour l'exploration et l'exploitation de matières minérales n'a, en France, pas de nom reconnu. Dans les pays anglo-saxons, il est nommé « *Economic Geologist* », ce qui n'a pas grand sens, car, à moins d'être un universitaire théoricien pur et dur, tout géologue a un rôle économique. On propose, faute de mieux, « géologue minier », même s'il patauge dans la boue d'une carrière plutôt qu'au fond d'une mine.

Comme on va le voir d'après les fiches qui vont suivre, le géologue minier peut être :

- Géologue d'exploration, à deux niveaux :
 - Géologue junior et senior
 - Directeur de l'exploration
- Géologue d'exploitation
- Géologue Environnement et foncier
- Géophysicien
- Consultant

Les cloisons entre les « métiers » énumérés ci-dessus ne sont pas étanches et, au cours de sa carrière professionnelle, un géologue se verra peut-être appelé à

exercer ce qu'il n'a pas appris à l'université, comme le droit, l'économie minière ou le calcul géostatistique.

Le plus simple, pour montrer la place de chacun des « métiers » énumérés ci-dessus est d'évoquer de façon linéaire ce qui se passe en fait en plusieurs épisodes souvent séparés par des intervalles de temps qui peuvent être considérables.

Les sociétés minières peuvent avoir en gros deux types de politique : une politique que l'on peut qualifier de « prédatrice », qui minimise l'exploration, mais préfère être à l'affût de propositions, de découvertes, voire d'OPA possibles, amicales ou non ; et une autre politique, qui compte davantage sur l'exploration pour acquérir des gisements, les exploiter ou les mettre sur le marché.

Un bon modèle de politique prédatrice est celle de Xstrata ; un excellent exemple de politique d'exploration était celle de Western Mining, qui vient d'être absorbé par BHP – Billiton. La société Peñarroya a été entre les deux : elle a beaucoup acheté lorsqu'elle voulait se constituer un domaine, mais, à partir des années 60, elle a agrandi son domaine essentiellement à partir de découvertes dues à son service géologique.

Même dans une société du premier type, le géologue a son rôle, puisqu'il lui faut évaluer les propositions, mais bien évidemment c'est dans une société du deuxième type que l'on pourra suivre la démarche complète du géologue minier depuis l'exploration jusqu'à l'exploitation.

La phase d'exploration stratégique

Après concertation avec les géologues responsables régionaux, un large travail de documentation qui ne va pas se borner aux conditions géologiques, mais va aussi concerner des domaines divers telles que les conditions sociales et politiques, les modalités d'octroi des permis et concessions, les taxes et impôts, etc., et des visites sur le terrain, le directeur de l'exploration va proposer aux dirigeants de la société, sur une idée directrice innovante, de faire porter son effort sur telle ou telle région.

Après une étude sérieuse mais rapide de l'ensemble de la région choisie, généralement vaste, il va falloir cerner un certain nombre de zones d'intérêt où des travaux plus précis seront effectués. Cette étude peut se faire au moyen de reconnaissances sur photos aériennes ou satellites, visites de terrain, visites d'anciens travaux, etc. Dans presque tous les pays il existe des cartes géologiques, de qualité très variable, et, dans les pays développés, parfois aussi des cartes aéromagnétiques et d'anomalies de gravité.

Il en résultera le choix d'un certain nombre de zones d'intérêt. Cette étude générale, et les choix qui vont

en résulter, sont placés sous la responsabilité de géologues ayant une vaste expérience gîtologique. Les consultants extérieurs sont rarement utilisés à ce stade pour des raisons de confidentialité.

La prise du permis de recherche

Il se présente deux cas :

- Certains pays proposent spontanément des permis à la profession, avec choix du candidat selon des systèmes variés : mise aux enchères, choix du mieux disant, etc. Ce cas se présente souvent après une série de travaux effectués par le Service géologique (cartographie, géophysique aéroportée, géochimie, etc.), ou encore après privatisation d'une société d'État. Le rôle du géologue est alors de vérifier la valeur de la proposition et aussi celle des travaux effectués.
- Le plus souvent, la prise de permis de recherche est laissée à l'initiative de la société minière et se fera à la suite de la prospection stratégique, sur les conseils des géologues ayant étudié la région et la décision du directeur de l'exploration. Si le terrain n'est pas libre, une association, une prise de participation, une *joint-venture*, un rachat pur et simple peuvent être envisagés. Dans cette phase, outre le directeur de l'exploration, ne seront concernés que des géologues d'expérience.

Première phase d'exploration tactique

Une fois les permis d'exploration accordés, des travaux à larges mailles (cartographie géologique, survol aéromagnétique, analyses géochimiques) vont tenter d'y délimiter un certain nombre de *cibles* : structures géologiques intéressantes, indices minéralisés, anomalies magnétiques, l'idéal étant une conjonction de ces éléments favorables. S'il y a trop de cibles, il faudra les départager en utilisant des méthodes plus sophistiquées : profils magnétiques au sol, profils électriques, gravimétrie, géochimie. Ces méthodes font appel soit à des géologues spécialisés, soit à des géophysiciens et des géochimistes, en général contractuels.

Dans cette phase, le géologue senior ou responsable régional est toujours le maître d'œuvre et devra donc avoir au moins des notions de géophysique et de géochimie. Les géologues juniors auront la responsabilité des chantiers.

Seconde phase d'exploration tactique

Sur une zone donnée, la phase 1 aura permis d'éliminer une grande partie des cibles. Sur les cibles restantes, peu nombreuses, une étude systématique sera réalisée

en resserrant les profils géophysiques au sol (magnétisme, polarisation spontanée et provoquée, éventuellement profils gravimétriques, carroyage géochimique resserré, carte géologique aussi précise que possible). À la fin de cette campagne, des sondages percutants ou carottés de reconnaissance seront implantés sur les meilleures des anomalies. Une description soignée des carottes sera effectuée et les passées minéralisées expédiées à un laboratoire d'analyses. D'autres travaux pourront y être exécutés : pétrographie, analyses isotopiques, etc. Ils seront effectués par des laboratoires contractuels.

Toute cette phase pourra être exécutée par des géologues juniors, sous le contrôle d'un senior.

Phase d'évaluation

La phase précédente a confirmé qu'il existe bien un gîte minéral. Il s'agit maintenant de savoir s'il s'agit d'un simple indice, ou d'un gisement pouvant faire l'objet d'une exploitation commerciale. Des sondages systématiques carottés seront réalisés sur la cible ayant donné les meilleurs résultats dans la phase précédente. C'est la phase pendant laquelle les géologues juniors étudiant les carottes et recueillant les échantillons, seront débordés de travail, surtout si plusieurs sondeuses sont à l'œuvre en même temps. Le géologue senior responsable du projet fera la synthèse des résultats au fur et à mesure, et pourra ainsi modifier éventuellement l'implantation des sondages en cours de campagne.

Lorsque les résultats sont suffisants, un premier calcul de réserves est effectué, quitte à implanter des sondages supplémentaires pour lever les ambiguïtés.

La société peut posséder son propre service de sondages, mais il est plus courant de faire appel à des sociétés contractuelles.

La décision d'exploitation

Jusqu'ici, les géologues, juniors, seniors, et le directeur de l'exploration ont eu la haute main sur le travail en cours. Mais à présent il ne s'agit plus de budgets de quelques millions de dollars, mais de dizaines, voire de centaines de millions. La société a fait la preuve qu'il y a un gisement et qu'il est rentable, mais il s'agit de rapports internes, et pour convaincre les banques du financement de la construction de la mine et de son environnement (laverie, routes, etc.) cela ne suffit pas. Il va falloir faire appel à une société de service reconnue dans la profession, qui fera un *rapport de faisabilité* sur lequel les financiers se baseront. Si le rapport de faisabilité n'était pas positif, ce qui peut arriver, la Société n'aurait plus qu'à mettre l'affaire en portefeuille en attendant une montée

de cours ou une avancée technologique, ou à chercher à la revendre.

Le rapport de faisabilité de la société de services est réalisé par une équipe variée, où entrent des géologues, mais surtout des spécialistes de la géostatistique, qui peuvent être géologues, mais sont plutôt des mathématiciens, des informaticiens, des financiers, et même des légistes.

La construction de la mine

Les infrastructures, la laverie, peut-être la fonderie si le gisement est très important, seront conçus par des ingénieurs chacun spécialisé dans son domaine, et le géologue n'aura plus qu'un rôle consultatif.

L'exploitation

Il n'y a qu'un cas connu où une société minière française a confié la direction d'une exploitation minière d'importance, et même d'une filiale, à un géologue ; encore était-il issu de l'École nationale supérieure de géologie de Nancy. Il y a un siècle, ces directeurs étaient des « corpsards » en début de carrière ou des ingénieurs des mines (Paris, Saint-Étienne...). Il y a belle lurette que ces ingénieurs préfèrent la banque ou les assurances à la mine. Aussi, dans les derniers temps de la mine française, les directeurs venaient-ils d'écoles moins prestigieuses : Alès ou Douai.

Ailleurs dans le monde, ce préjugé n'existe pas, et le géologue peut, s'il en a les capacités, grimper les échelons jusqu'au poste de PDG de sociétés d'importance mondiale.

Mais même sans aller jusque là, le géologue d'exploitation reste un élément important. Junior, il va tenir à jour la carte géologique de l'exploitation, guider les chantiers,

résoudre les problèmes qui se posent régulièrement : failles, biseauage du minerai, problèmes de tenue du toit, etc. Senior, il aura la charge de contrôler les réserves, maintenir une teneur stable. Il devra remplacer le minerai extrait en faisant passer les réserves « probables » en réserves « à vue » et les réserves « possibles » en réserves « probables, et en décidant des travaux nécessaires pour ce faire. Lorsque les réserves de la mine commencent à décliner dangereusement, il a la responsabilité de la découverte de nouvelles réserves, ce qui n'est pas facile car il lui faudra des idées neuves. Il n'aura pas les joies de l'exploration et de l'invention d'un nouveau gisement, mais celles, tout aussi gratifiantes, si ce n'est davantage, de prolonger la vie de sa mine et de sauvegarder ainsi l'emploi de dizaines ou de centaines de personnes. Inutile de dire que c'est très apprécié de la direction générale !

Et au lieu d'être un vagabond sur le globe, 3 ans par ci, 5 ans par là, il pourra compter sur une période stable suffisamment longue pour fonder une famille et élever ses enfants.

L'échelon le plus élevé auquel il aurait pu prétendre en France, s'il reste géologue de la mine, aurait été chef d'exploitation, avec la charge technique d'une mine ou d'une carrière et tous les problèmes de production, d'entretien, de personnel, que cela comporte. À l'étranger, les limites à sa progression ne sont que celles de ses capacités !

Il peut prendre une autre voie, et, profitant de la profonde connaissance de son gisement, il pourra collaborer aux recherches d'un laboratoire universitaire, obtenir un diplôme supérieur à celui qu'il possède, voire se préparer pour son âge mûr une carrière plus calme d'enseignant ou de chercheur, ce qui serait très difficile en France, mais parfaitement réalisable ailleurs.

Fiche métier : Géologue d'exploration

Michel Rabinovitch.

DOMAINE D'ACTIVITÉ

Le domaine d'activité du géologue d'exploration est, typiquement, le terrain. Il comprendra :

- l'évaluation du potentiel minier d'une région donnée ;
- le choix de cibles pour études plus détaillées ;
- l'étude de ces cibles par la géologie, les sondages, et tout moyen de prospection indirecte ;
- l'estimation de l'amas minéralisé découvert et sa modélisation.

TÂCHES

C'est le géologue d'exploration qui est à la base de toute prospection, qu'elle soit en terrain inconnu ou près d'exploitations minières.

■ *Prospection stratégique*

Le géologue devra, après un temps de reconnaissance relativement court, être capable de faire une estimation du potentiel de la région désignée. Le travail commence toujours par une documentation approfondie, des visites sur le terrain avec exploration d'anciens travaux, et se conclut avec la définition des types de gisements que la géologie régionale pourra éventuellement fournir. Tout cela implique une intuition que seule l'expérience peut donner.

■ *Prospection tactique*

Comme on l'a exposé plus haut, l'exploration tactique se divise en deux phases. Pendant la première phase, il doit, seul ou aidé d'autres géologues, faire la carte géologique qui est la base de tout travail ultérieur. Puis, simultanément ou non, il guidera les campagnes de géophysique et de géochimie. En se basant sur ces travaux, il conseillera l'implantation de quelques sondages d'exploration percutants ou carottés, dont il étudiera les échantillons. Si son expérience le justifie, il aura ensuite la charge de la seconde phase de l'exploration et de l'implantation des sondages systématiques, quitte à modifier leurs emplacements en cours de campagne selon les résultats obtenus. Tous ces travaux sont généralement supervisés par un géologue senior, avec l'assistance de géologues juniors.

À la fin de chaque phase de la campagne, le géologue senior devra faire la synthèse des résultats pour les présenter à la Direction, et aura la lourde tâche de conseiller soit l'abandon, soit la poursuite de la campagne.

À la fin de la phase d'exploration, qui peut durer plusieurs années, le géologue devra faire une première estimation des réserves mises en évidence et présenter un modèle du gisement.

Qualités

Le géologue d'exploration doit savoir travailler seul, en milieu étranger, parfois hostile, et aussi pouvoir s'intégrer dans une équipe souvent isolée, dont il sera souvent le responsable.

Cela implique donc bien des qualités :

- qualités physiques : santé et endurance ;
- qualités morales : esprit d'organisation, esprit d'équipe, un certain charisme ;
- qualités intellectuelles : sens aigu de l'observation, imagination, rigueur du raisonnement basé sur des connaissances aussi vastes que possible, réalisme et honnêteté intellectuelle. Il devra savoir être convainquant et chiffrer ses projets afin de les faire accepter par la Direction.

FORMATION

Si le niveau visé est celui de **technicien**, il y a deux types de formation possibles :

- l'École des géologues-prospecteurs de Nancy ;
- le niveau « licence universitaire », en choisissant de préférence une filière où la pratique de la cartographie est enseignée.

Si le niveau visé est celui de **cadre**, on peut y accéder par deux filières :

- la filière universitaire avec au moins le titre de *Master*, celui de *Docteur* étant préférable. Il n'y a plus en France que de rares universités proposant un master spécialisé en gîtes minéraux, à l'image de l'université d'Orléans qui travaille en étroite coopération avec l'université du Québec à Montréal.
- La filière École d'ingénieurs avec notamment l'École nationale supérieure de géologie de Nancy, qui possède une spécialisation de géologue minier pouvant conduire à un master ou à une thèse.

Spécialisations et recyclages :

L'École nationale supérieure des mines de Paris propose un cours d'exploration minière sur modèles informatiques.

En cours de carrière, selon les opportunités, le géologue devra peut-être se spécialiser dans une branche connexe : géophysique, géochimie, calcul des réserves (géostatistique), exploitation minière, etc., et suivre en conséquence des cours de recyclage.

Il est important en outre qu'il se tienne au courant des développements de sa branche, et il devra assister, comme tout scientifique, aux congrès et symposiums proposés.

ÉVOLUTION DE CARRIÈRE

Le géologue commence sa carrière sur le terrain : cartographie, étude de carottes. Il sera amené à se déplacer pendant plusieurs années, au gré des recherches de sa société. Il deviendra assez rapidement chef d'équipe (toujours sur le terrain) et contrôlera les équipes de prospection, sondages, etc. Ayant ainsi fait ses preuves, il passera au stade de géologue senior, et on lui confiera la prospection générale : choix de cibles, d'objectifs régionaux, expertise de propositions faites par des tiers.

Son expérience ainsi confirmée, il pourra devenir Directeur régional de l'exploration.

Comme on l'a dit, si ses capacités le permettent, il peut ensuite accéder au poste de Directeur de l'exploration pour la société. Qu'il soit Directeur régional ou Directeur national, il aura la responsabilité du choix des objectifs et pourra ainsi influencer sur la politique de la Société.

Fiche métier : Géologue Directeur de l'Exploration

Michel Rabinovitch.

DOMAINE D'ACTIVITÉ

Le Directeur de l'exploration a une très lourde responsabilité : celle d'assurer la survie et l'expansion de la société en découvrant de nouvelles sources de minerai. Dans une grosse société minière, son domaine d'activité sera le monde.

TÂCHES

Le Directeur de l'exploration est généralement secondé par des géologues de grande expérience qui pourront se consacrer à l'examen des dossiers et aux visites de terrain qu'il n'aurait matériellement pas le loisir d'effectuer personnellement. En effet, ses tâches sont multiples :

- en accord avec la politique de la Direction générale, choix des pays d'implantation, sur des critères qui sont loin d'être tous géologiques ;
- propositions pour le budget annuel de l'exploration ; contrôle des dépenses en cours d'opérations ;
- dans les pays retenus, choix des thèmes d'intérêt ;
- propositions aux directeurs régionaux et/ou aux chefs de mission sur la marche à suivre afin de sélectionner les zones préférentielles d'exploration ;

- suivi des résultats des campagnes de prospection à mesure de leur déroulement ;
- prises de décision quant au choix des méthodes, au développement ou à l'arrêt de la campagne de prospection ;
- évaluation des résultats ;
- propositions sur achats, prises de participation, *joint-ventures*, etc. dans des entreprises extérieures, et études des dossiers sur les propositions venant d'entreprises extérieures.

QUALITÉS

Le Directeur de l'exploration gère à la fois une situation, un budget, et des gens. La situation demande parfois du courage : celui de remettre en cause sa situation, si besoin est, pour faire triompher ses convictions ; le budget exige d'être respecté ; les gens ne donneront le meilleur d'eux-mêmes que s'ils savent pourquoi ils travaillent et que le but les enthousiasme. Tout cela demande des qualités particulières :

- qualités morales : autorité naturelle, sens de l'organisation, enthousiasme communicatif, esprit d'équipe, audace dans les décisions, persistance dans l'action ;
- qualités intellectuelles : imagination, rigueur du raisonnement, savoir encyclopédique et esprit pratique. Tout cela suppose une vaste expérience, et il est vain de tenter de nommer un Directeur de l'exploration qui n'aurait pas d'abord largement « roulé sa bosse ».

FORMATION

La formation d'un Directeur de l'exploration est en principe la même que celle de tout géologue. Il devra toutefois acquérir au cours de sa carrière une expérience de gestionnaire et plus qu'une teinture d'études économiques. En effet, ce qu'on lui demandera n'est pas tant si le projet proposé est géologiquement valable, mais économiquement rentable. Il devra donc être capable de discerner rapidement la valeur de tel gisement dans telles conditions. Ce sera d'autant plus difficile que, si en ce qui concerne la géologie il a l'appui de son entourage, pour les questions économiques, si sensibles dans une entreprise, il sera seul.

ÉVOLUTION DE CARRIÈRE

Bien souvent, avec le poste de Directeur de l'exploration, le géologue touche son bâton de maréchal. En France, seul un ingénieur « grandes écoles », *corpsard* de préférence, pouvait prétendre aller plus haut. En pays anglo-saxon, où apparemment les capacités personnelles comptent davantage que le cursus universitaire, le géologue peut prétendre au sommet.

Fiche Métier : Géologue d'exploitation

Michel Rabinovitch et Yves Dufour (AREVA NC).

DOMAINE D'ACTIVITÉ

C'est en général un poste de professionnel confirmé où le géologue met en pratique sa connaissance de l'exploration de l'estimation minière et des techniques d'exploitation. Ce poste nécessite, selon la taille de l'exploitation, des qualités de management d'équipes de prospecteurs, d'échantillonneurs et de sondeurs et un leadership affirmé dans sa relation avec le mineur.

Le domaine d'activité du géologue d'exploitation est naturellement la mine ou la carrière. Il inclura :

- le suivi géologique de la mine et de ses chantiers d'exploitation ;
- l'échantillonnage systématique des fronts de taille en carrière et des nouvelles galeries en mine ;
- le bilan périodique du minerai exploité et des réserves restantes ;
- la recherche de nouvelles réserves, dans la mine ou aux environs ;
- la mise à jour du modèle minier à mesure de l'avancement des travaux.

TÂCHES

Sous la direction du directeur de la mine, le géologue d'exploitation aura la charge du suivi géologique et du maintien des réserves. Si l'exploitation est importante, les tâches peuvent être divisées entre échantillonneurs, prospecteurs, géologues juniors et géologues seniors.

- **Géologues juniors** : le géologue junior aura seul ou avec son équipe d'échantillonneurs et prospecteurs et de sondeurs la charge des tâches suivantes :
 - levé géologique de l'exploitation au jour le jour : fronts de taille, nouvelles galeries, etc. ;
 - échantillonnage quotidien des zones en exploitation, de façon à pouvoir diriger l'exploitation au mieux en se basant sur les résultats d'analyses ;
 - examen et levé précis des carottes des sondages effectués dans le cadre de la recherche de nouvelles réserves.
- **Géologues seniors** :
 - il supervise le travail des juniors et de leurs équipes et en fait la synthèse ;
 - c'est à lui que l'on s'adresse s'il survient un problème en cours d'exploitation : biseautage du minerai, faille déplaçant l'amas minéralisé, baisse des teneurs, etc., ;
 - il doit veiller au maintien des réserves : en principe, une tonne consommée doit être remplacée par une tonne nouvelle. On n'est pas obligé de faire pour cela de grandes découvertes : les réserves probables deviendront à vue et les possibles deviendront probables, à l'aide de travaux que le géologue recommandera ;
 - au fur et à mesure des travaux, le géologue modifiera le modèle du gisement, en intégrant les connaissances nouvellement acquises ;
 - enfin, parallèlement à l'exploitation du gisement (et surtout pas trop tard), le géologue aura la charge de découvrir de nouvelles réserves, soit dans les limites de la mine, soit dans les environs. Son travail s'apparentera alors à celui du géologue d'exploration.

QUALITÉS

Le géologue d'exploitation devra savoir travailler en équipe, avec des gens d'une autre spécialité que lui, et il devra rapidement apprendre les rudiments de leur métier.

- **Qualités morales** : esprit d'équipe, ouvert à tout ce qui n'est pas son métier, mais qui importe dans la mine : utilisation du matériel, des explosifs, tenue du toit, exhaure, etc.
- **Qualités intellectuelles** : sens aigu de l'observation, imagination, bonne vision en 3 dimensions, connaissances aussi vastes que possible sur son type de gisement.

FORMATIONS

Il n'y a aucune raison pour que la formation du géologue d'exploitation soit très différente de celle du géologue d'exploration. Il n'exploitera qu'un type de gisement à la fois, certes, mais au départ il ne sait pas lequel, et devra donc les connaître tous. On répète donc :

Niveau technicien :

- École des géologues-prospecteurs de Nancy
- Licence universitaire, en insistant sur l'informatique.

Niveau cadre :

- Master universitaire, avec si possible un certificat de mécanique des roches ou d'hydrogéologie. On rappellera notamment le rôle de l'université d'Orléans avec son master spécialisé en gîtes minéraux.
- Écoles d'ingénieurs ENSG Nancy ou ENSM Nancy. L'école des mines de Nancy donne une possibilité de choisir une spécialisation en géologie.

Spécialisations et recyclages :

Le géologue devra se spécialiser au cours de sa carrière, très probablement en informatique (modélisation, calcul de réserves : conseillé) ou carrément exploitation des mines et carrières.

ÉVOLUTION DE CARRIÈRE

Le géologue commence sa carrière au fond de la mine ou en front de taille de carrière. Mais au fil des années, il deviendra senior avec davantage de responsabilités. En France, pour aller plus loin, il lui faut être sorti d'une École d'ingénieurs (Douai, Alès, ENSG Nancy, ENSM Nancy) ou présenter naturellement des capacités d'évolution et notamment de management. En pays anglo-saxon, où les capacités comptent apparemment plus que le curriculum scolaire, il n'y aurait pas d'inconvénient, s'il en a les moyens, à ce qu'il devienne directeur d'exploitation et même, cela s'est vu, PDG d'une société d'importance mondiale.

Fiche métier : Géologue Environnement et Foncier (GEF)

La Rédaction et Emmanuel Gautier (Guintoli).

DÉFINITION DU DOMAINE

Deux volets peuvent être distingués :

- Gestion de toutes les étapes qui conduisent à l'autorisation administrative d'ouverture de carrière (nouvelle carrière, simple renouvellement, extension). La même procédure est nécessaire dans chaque cas.
- Suivi du respect de la réglementation environnementale.

Les questions de sécurité ou de qualité sont en général traitées par d'autres services. Dans les PME toutefois, le GEF couvre la sécurité, l'environnement et le foncier, mais il y a peu de postes de ce type.

La lourdeur de la réglementation rend cet ensemble de tâches difficile pour un seul homme.

Le responsable Environnement et Foncier existe dans tous les groupes exploitant des granulats ; c'est lui qui gère le service. On notera que, dans les groupes cimentiers, les filiales Granulats sont indépendantes. En cimenterie, l'exploitant dispose en général d'un gisement permettant une longue durée d'exploitation et nécessitant une forte technicité pour la qualité. Dans le domaine des granulats, la consommation de territoire est plus importante et il faut réaliser de nombreux dossiers en matière de foncier et d'environnement.

FORMATIONS

Quelques géologues employés dans ces métiers viennent de l'ENSG mais la plupart ont suivi un cursus universitaire aboutissant à un master professionnel, c'est-à-dire un bac +5, base du recrutement. Il faut noter que de nombreux postes Environnement et Foncier sont tenus par des non-géologues, mais par des diplômés d'environnement.

Les cursus de BTS à Bac +2 ne se retrouvent en général pas dans ces postes, mais on peut les trouver dans les laboratoires de suivi de qualité des matériaux. Par contre, ils sont nombreux dans le domaine de l'exploration minière à l'étranger, domaine où ils se retrouvent soit comme techniciens, soit comme géologues junior. Mais ce cursus n'est pas le plus adapté pour faire carrière dans le domaine minier et comporte le risque de rester au niveau technicien toute sa carrière.

TÂCHES

Nous distinguerons les deux grands domaines d'activité.

Autorisation administrative d'ouverture de carrière

Au départ, les démarches sont menées confidentiellement et elles comportent : la collecte des données (bibliographie, géologie, servitudes et contraintes...) qui permet de définir des cibles potentielles, et un contrôle sommaire de qualité à partir d'un petit nombre d'échantillons. Ce processus aboutit à la sélection de la ou des meilleurs cibles.

Vient ensuite la négociation foncière dont l'objectif est de parvenir à un accord avec le propriétaire des terrains, avec le minimum de contraintes dans l'incertitude où l'on se trouve du contenu de l'autorisation préfectorale (si elle est donnée). Cette négociation relève de la démarche commerciale. Le responsable Foncier et Environnement intervient dans les négociations difficiles ; parfois c'est la direction elle-même qui intervient.

Il faut ensuite environ un an pour procéder à une évaluation détaillée de la qualité et des réserves du gisement, ainsi que des contraintes d'exploitation (géologie, hydrogéologie, technique d'extraction et de traitement, marché). On aboutit ainsi au projet d'exploitation et à ses différentes phases. En parallèle, il convient de procéder à une évaluation détaillée des contraintes et des servitudes afin de voir si le projet est faisable au niveau administratif.

La phase qui suit est celle du dossier de demande d'autorisation ICPE (Installations classées pour la protection de l'environnement). Cette phase, qui dure de 6 mois à un an, est assurée soit par les propres services de l'entreprise, soit, et c'est le cas le plus fréquent, par un bureau d'études spécialisé. Le dossier comporte : le demande d'autorisation, la description technique du projet, l'étude d'impact, l'étude de dangers, la notice « hygiène et sécurité », le résumé non technique de l'étude d'impact et de l'étude de dangers. Le dossier est ensuite déposé en préfecture en vue d'obtenir l'autorisation d'exploiter et, durant la période d'instruction, ce dossier doit être défendu auprès de l'administration, des riverains, des associations, du commissaire enquêteur et des élus. Au final, environ un dossier sur deux ou trois est accepté pour ce qui est des nouvelles ouvertures de carrière.

Dans un service Environnement et Foncier, les tâches sont réparties entre plusieurs niveaux : prospecteur Foncier et Environnement, ingénieur Développement, géologue (si la fonction est identifiée), responsable Foncier et Environnement.

Lorsqu'il s'agit d'un renouvellement d'autorisation ou d'une extension de carrière, la procédure est la même. Elle est plus rapide pour ce qui concerne les aspects techniques et fonciers, mais aussi compliquée et longue pour le reste (procédure administrative).

Suivi du respect de la réglementation environnementale

Il s'agit ici de vérifier la compatibilité de l'exploitation au fur et à mesure de son avancement sur le terrain, y compris en matière de réaménagement, par rapport aux spécifications de l'autorisation administrative donnée par l'arrêté préfectoral correspondant. Il s'agit aussi de suivre la réglementation sur l'environnement (eau, poussières, bruit, vibrations, écologie...) et de vérifier que l'exploitation s'y conforme. En complément ou en parallèle, on réalise des audits internes de carrières. L'objectif est de faire le relais entre l'exploitant et la direction régionale de l'Industrie et de l'Environnement (DRIRE) et de gérer les conflits qui peuvent émerger soit avec l'administration, soit avec les riverains.

PERSPECTIVES

Dans la filière Environnement et foncier, l'évolution de carrière est claire entre la position de prospecteur Environnement et Foncier au démarrage jusqu'au poste de responsable Environnement et Foncier. D'une façon générale, cette évolution forme un tout et il est relativement exceptionnel de passer ensuite à un poste de chef d'agence ou de directeur.

Le chef de carrière correspond au poste de responsabilité opérationnelle de premier niveau. Il était autrefois tenu par des ouvriers et l'est de plus en plus par des ingénieurs, parmi les lesquels les géologues ont toute leur place.

Autre aspect qu'il convient de souligner, l'évolution de la réglementation qui tend de plus en plus à se complexifier. La mise en place d'un service Environnement et Foncier correspond d'ailleurs à la réponse de l'exploitant face à la réglementation et ce type de service a tendance à se développer, ce qui est une opportunité pour les géologues qui trouvent leur compte dans ce travail, par nature polyvalent.

Il faut enfin noter que beaucoup d'autres postes sont accessibles aux géologues dans les granulats, notamment dans les laboratoires d'analyses et d'essais, et dans les exploitations elles-mêmes (responsable carrière, responsable d'exploitation, chef d'antenne...).

Fiche métier : Géophysicien minier

Pierre Andrieux.

DOMAINE D'ACTIVITÉ

La géophysique est un outil indispensable en exploration minière. Par conséquent, le géophysicien intervient à chaque étape de l'exploration, depuis la reconnaissance stratégique jusqu'aux prospections tactiques, voire même lors de la phase de production et de développement des gisements.

Au cours de chaque étape, il couvre toutes les activités géophysiques, depuis la définition du programme jusqu'à la remise du rapport, en passant par l'acquisition des données et leur interprétation.

Selon qu'il appartient à une société d'exploration / production minière, à une société de service géophysique non spécialisée dans le domaine minier, ou qu'il occupe un poste de consultant, il couvre tout ou une partie seulement de ce domaine d'activité.

TÂCHES

Les tâches opérationnelles indispensables pour chacune des étapes, se succèdent logiquement de la manière suivante :

1. Choix des techniques géophysiques. Détermination du programme, de la durée des travaux et du budget. Choix du prestataire de service (interne ou externe).
2. Terrain : acquisition des données, contrôle de la qualité.
3. Traitement – Interprétation qualitative et quantitative – Proposition de forages de contrôle - Rapport.
4. Intégration des résultats géophysiques dans l'ensemble du processus d'exploration – Synthèse.

Le géophysicien de la société d'exploration / production est toujours chargé des tâches 1 et 4 ; il est très exceptionnellement chargé de la tâche 2 ; il se contente de la superviser en général ; il peut être ou non, chargé d'une partie de la tâche 3. S'il s'agit d'une société de taille très modeste, *un consultant géophysicien externe* peut s'acquitter de ces tâches.

Le géophysicien d'une société de service spécialisée est généralement chargé des tâches 2 et 3. Ce sont quelquefois 2 géophysiciens différents qui interviennent successivement, car les compétences requises pour l'acquisition et pour le traitement et l'interprétation sont différentes.

Des tâches d'accompagnement sont tout aussi indispensables en géophysique, dans les deux types de sociétés :

- Encadrement et supervision technique.
- Veille technologique, Recherche et Développement.

Les compétences et les qualités requises sont relativement différentes selon les tâches :

1. *Géophysicien de terrain* : qualités physiques, sens de l'organisation et du travail en équipe, sens pratique, rigueur, sens de la mesure et de la maintenance des équipements et des véhicules.
2. *Géophysicien de traitement et d'interprétation* : goût pour le travail de bureau, rigueur, connaissance des logiciels spécialisés, approche quantitative et naturaliste à la fois.
3. *Chef de mission, superviseur, développeur* : compétences et qualités classiques des ingénieurs chargés de responsabilités, à partir de trois « colorations » initiales possibles : terrain, interprétation, ou développement.

FORMATION

La **formation initiale** peut être elle aussi, différente selon les tâches :

1. *Géophysicien de terrain* : une formation initiale en géophysique n'est pas indispensable ; toute formation depuis le niveau Bac ou inférieur, jusqu'à Bac + 3, tournée vers la mécanique ou l'électronique ou la mesure physique en général convient. Les formations spécialisées en géologie/géophysique de type Bac+2, Bac+3, voire Bac+4 sont bien entendues aussi, adaptées : options spéciales de l'École nationale supérieure de géologie (ENSG) et de l'Institut Polytechnique LaSalle Beauvais (issu de la fusion IGAL-ISAB), licences générales ou professionnelles, voire master 1

des universités. Le terrain est par ailleurs un complément de formation initiale de qualité, pour tout ingénieur géophysicien débutant.

2. *Géophysicien de traitement et d'interprétation, chef de mission, superviseur, développeur* : une formation initiale en géologie/géophysique est recommandée avec deux filières possibles :

- la filière universitaire : plusieurs masters 1 offrent une option géophysique adaptée ; le master 2 professionnalisant le plus adapté à la géophysique minière est celui de l'université Pierre et Marie Curie, UPMC – Paris VI (Géophysique Appliquée, Ressources, Environnement) dans lequel les ingénieurs d'AREVA et des sociétés de service interviennent ;
- les Écoles d'ingénieurs : l'École et observatoire de sciences de la Terre (EOST) de Strasbourg est la plus adaptée ; certains Instituts Polytechniques, l'ENSG, l'IGAL-ISAB, les Écoles des mines et l'École de l'Institut français du pétrole (IFP) sont des formations possibles également.

Le doctorat est un bon complément pour quiconque souhaite occuper rapidement des postes d'encadrement, de supervision ou de développement, ce qui n'exclut pas, bien au contraire, un passage par les tâches opérationnelles en début de carrière.

La Suisse, la Belgique et le Québec en particulier, offrent aux francophones de bonnes formations spécialisées en géophysique minière. Compte tenu du caractère international de l'activité minière, il est fortement conseillé de compléter ou de terminer sa formation académique en anglais, dans les autres pays européens, au Canada, États-Unis, Australie, Afrique du sud... Les stages en pays non francophones sont, bien sûr, conseillés.

La **formation continue** est insuffisamment développée actuellement en France. Elle prend la forme en général d'opérations ponctuelles à la demande, qui peuvent être organisées, en collaboration avec certains universitaires, certains Établissements publics à caractère scientifique et technologique (EPST) ou Établissements publics à caractère industriel et commercial (EPIC), les Écoles, les consultants, ou au sein des sociétés de fabrication d'équipements, de développement de logiciels, ou des sociétés opérationnelles elles-mêmes.

ÉVOLUTION DE CARRIÈRE

Dans les sociétés de service spécialisées, le parcours classique d'un géophysicien consiste à gravir les différents échelons depuis le terrain jusqu'à la supervision technique si la taille de la société le permet, en passant par le poste de chef de mission. Quelques uns deviendront chef de service, responsable régional ou développeur, si leur profil est adapté et si la taille de l'entreprise le permet. Une promotion possible est aussi le transfert dans une société d'exploration production ou dans un poste de consultant.

Dans les sociétés d'exploration/production, si la taille de l'entreprise le permet, un bon ingénieur géophysicien deviendra, selon ses capacités, chef géophysicien régional, ou national, ou international, ou bien il s'intégrera dans les équipes de développement. Les responsabilités de chef d'exploration échappent en général au géophysicien ; elles sont la plupart du temps réservées aux géologues.

Fiche métier : Géologue consultant en exploration et production minière

Michel Rabinovitch et Pierre Andrieux.

DOMAINE D'ACTIVITÉ

Il s'agit bien entendu du **même domaine d'activité** que celui du géologue d'exploration, voire celui du géophysicien minier. Ces domaines sont présentés dans les fiches spécialisées correspondantes, auxquelles il sera abondamment fait référence dans les lignes qui suivent.

Si le géologue consultant est employé sous un **contrat de longue durée**, son activité sera vraisemblablement liée à la recherche de nouvelles réserves, le plus souvent pour une exploitation encore en activité, qui a laissé trop longtemps ses réserves s'épuiser sans renouvellement. Si au contraire il s'agit d'un **contrat ponctuel**, il sera en général chargé d'une

tâche très spécialisée en relation avec l'exploration stratégique ou tactique, voire avec l'exploitation. Il peut également intervenir dans l'évaluation des méthodes et des hommes et dans leur formation.

TÂCHES

La **première tâche** du consultant consiste à rechercher des contrats, les négocier, les signer et les mener à bien dans les meilleures conditions, ce qui est indispensable pour la pérennité de son activité. Elle fait appel à des compétences et des qualités qui ne sont spécifiques ni du domaine minier, ni de la géologie, comme il sera indiqué ci-dessous.

Concernant les **tâches plus directement liées au domaine minier**, comme celles du géologue et du géophysicien appartenant à des sociétés d'exploration / production ou à des sociétés de service, elles peuvent être classées en quatre grandes catégories selon leur finalité :

1. **évaluation du potentiel minier** d'une région nouvelle ou réévaluation des réserves d'une exploitation en activité. Pour des raisons de confidentialité, c'est la seconde situation qui est la plus courante. Il s'agit de rechercher le maximum d'informations pertinentes disponibles, d'en faire la synthèse et de porter un jugement en fonction de son expérience et de son intuition ;
2. **prospection stratégique ou tactique** : la suite des tâches spécialisées propres à ces deux phases est décrite dans les fiches du géologue et du géophysicien. Le consultant sera chargé d'une ou de plusieurs d'entre elles, selon ses compétences et selon les besoins des sociétés de service ou d'exploration ;
3. **tâches concernant l'aval de l'exploration, voire la production** : Il s'agit très souvent cette fois encore de résoudre des problèmes très spécialisés, plus ou moins directement liées à la géologie minière : modélisation, affaiblissement des teneurs, disparition de la minéralisation, minéralurgie, mécanique des sols, protection de l'environnement... ;
4. **évaluation** des méthodes de travail des géologues de la société, ou encore **formation** de ces géologues à de nouvelles techniques ou méthodes de travail, ou à de nouvelles conceptions métallogéniques.

COMPÉTENCES ET QUALITÉS

Les premières compétences et qualités requises en principe, sont celles spécifiques du métier de consultant. Elles sont liées à l'obtention et à la négociation des contrats. Elles concernent essentiellement l'aptitude à communiquer avec tous les moyens disponibles aujourd'hui, oralement, par écrit et par l'image. Le consultant devra être convainquant aussi bien avec le PDG de la société qu'avec le prospecteur ou le porion, en passant par les géologues – sans s'en faire des ennemis...Il devra avoir le contact facile, car son réseau de connaissances personnel devra être étendu : ses emplois successifs en dépendent. Enfin, il devra avoir une certaine aptitude pour les langues.

Les exceptions néanmoins sont toujours possibles. L'absence de certaines de ces qualités, voire de toutes celles liées à la communication, n'interdit pas absolument l'exercice de ce métier. En dernier ressort, ce sont les qualités intrinsèques reconnues du géologue ou du géophysicien consultant qui priment. De ce point de vue, une expérience longue et variée sur la plupart des thèmes de l'exploration et de la production est bien entendu l'atout maître.

Les qualités intrinsèques du géologue et du géophysicien miniers sont présentées dans les fiches métiers spécifiques. Les tâches d'évaluation quant à elles requièrent de bonnes capacités d'analyse et celles de formation, des qualités pédagogiques, dans la mesure du possible.

FORMATIONS

La formation initiale d'un consultant est la même que celle de tout géologue ou géophysicien minier. Mais un **Doctorat ou un PhD** représente un plus incontestable et on ne connaît guère de consultants à un niveau élevé qui ne possède un tel diplôme. C'est le moyen le plus sûr d'acquérir une spécialité reconnue.

La **formation continue** est indispensable pour deux raisons : (1) pour la mise à jour de ses connaissances et (2) pour être agréé tout au long de sa carrière, puisqu'en effet dans la plupart des pays anglo-saxons et en Europe désormais avec le titre d'Eurogéologue, il faut apporter la preuve d'opérations régulières de formation continue. En réalité, la formation continue est inscrite par principe dans le métier de consultant, puisqu'il suppose précisément l'amélioration de ses compétences par accumulation d'expériences.

L'acquisition de **langues étrangères** peut être considérée comme un domaine particulier de la formation continue. Dans la pratique, l'anglais, en plus du français, ne suffit plus : le contact sera infiniment meilleur si le consultant peut

communiquer avec le Directeur ou avec les géologues dans leur langue. L'espagnol est indispensable, le russe, le chinois et l'arabe sont un atout si l'on désire travailler dans ces régions.

ÉVOLUTION DE CARRIÈRE

Il est une règle quasi absolue : on ne s'installe pas consultant à l'issue de sa formation initiale. Encore que dans les périodes de faible embauche, ce statut particulier puisse être mis à profit pour faire effectuer des missions ponctuelles à des débutants.

On peut cependant être consultant relativement jeune si l'on a acquis une spécialisation au cours d'une thèse. L'évolution de sa carrière ira alors de pair avec le nombre de ses commandes qui, si tout va bien, iront en augmentant et en se diversifiant, avec des contrats à durée plus longue, et des « habitués » qui demanderont une expertise de leurs exploitations à intervalles réguliers.

Très souvent, le géologue devient consultant en fin de carrière, ce qui est normal puisqu'il peut faire profiter ses clients de son expérience accumulée. Voilà qui règle le problème de l'évolution de carrière!

Il existe par ailleurs des passages ponctuels entre le métier de consultant et celui de salarié dans des sociétés d'exploration/production ou des sociétés de service. On pourrait imaginer également et ce serait profitable pour tous et pour les métiers de la géologie, des passages entre le métier de consultant et celui d'enseignant ou de chercheur public ou privé, y compris à temps partiel.

Assez fréquemment, inversement, les chercheurs ou professeurs d'Université sont également consultants. Ce qui est important par dessus tout est leur expérience appliquée personnelle, qui doit être aussi variée que possible.

Il va de soi qu'actuellement ce n'est pas en France que le consultant minier peut acquérir son expérience. Ce n'est pas en France non plus qu'il peut exercer, mais plutôt au Canada, en Australie ou en Afrique. Toutefois, même en Europe on peut avoir besoin de ses services : en Irlande, par exemple, il y a un manque chronique de géologues ; la prospection est très active dans les pays scandinaves, et repart en Espagne. Attendons nous à un redémarrage en République Tchèque et en Slovaquie, peut-être même en Roumanie. Il y a aura bientôt un bel avenir pour le consultant minier français ou européen, qui n'a aucune raison de laisser sa place à des consultants canadiens, américains ou australiens. Bonne chance !