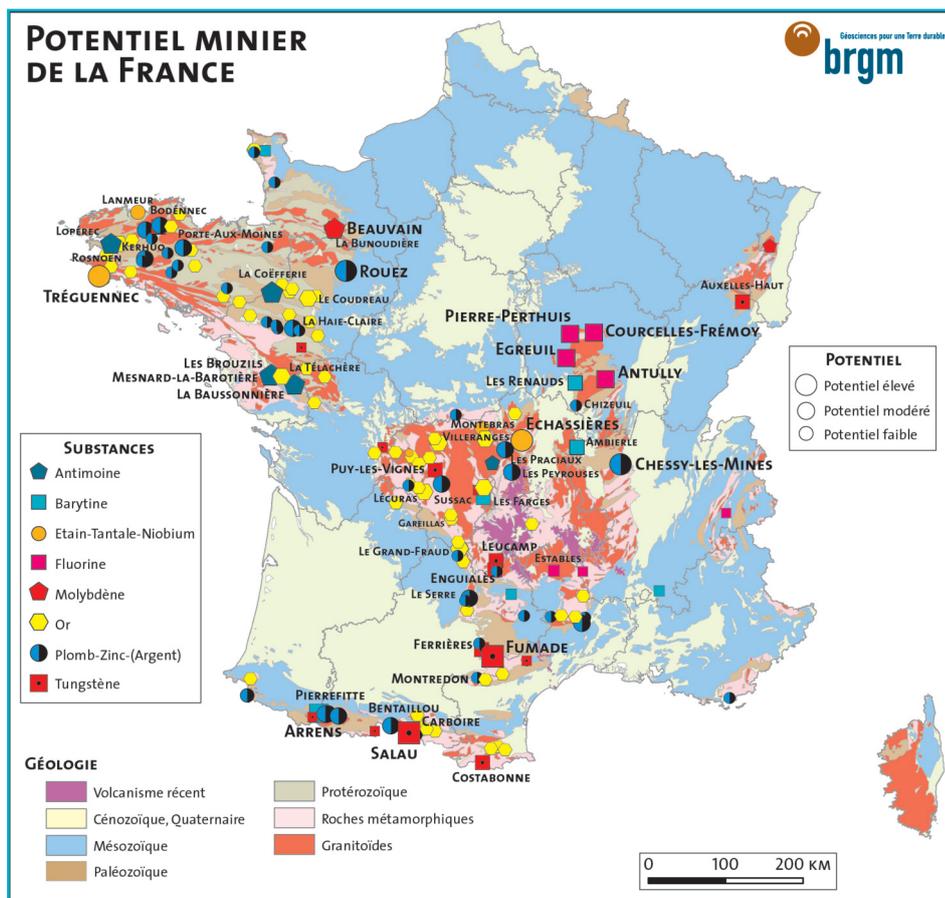


La France, nouvel Eldorado ?

Alors que personne n'a fouillé le sous-sol hexagonal depuis plus de vingt ans, dix permis d'exploration et six permis exclusifs de recherche (PER) ont été accordés depuis 2013 par le Gouvernement, sous l'impulsion de ses ministres de l'Économie Arnaud Montebourg et Emmanuel Macron. Ces permis concernent les régions du Limousin et du Massif central, mais aussi la Vendée et la Bretagne autour du Massif armoricain. Plus de cinq sociétés les ont acquis : Cordier Mines, Variscan Mines, SGZ France, Cominor, Imerys..., pour la recherche d'une grande variété de métaux : Zn, Cu, Sb, W, Mo, et aussi Au et Ag ! Pour les ministres et ces sociétés, il existe un potentiel minier en France, car on est en terrain vierge puisque pendant des dizaines d'années on n'y a pas cherché de gisements, alors que le BRGM a établi dès 1991 une carte géologique très bien documentée des ressources possibles.

Des ressources

Les régions du nord et de l'est ont été depuis longtemps des régions minières pour la production du charbon et du minerai de fer. Les dernières mines ont été fermées à la fin du XX^e siècle et au début du XXI^e, avec une casse sociale que la reconversion a partiellement réparée. Sans être un majeur minier, la France a été le 3^e producteur de tungstène jusqu'en 1988 – les réserves de WO₃ sont encore estimées à 82 000 t –, le premier producteur d'antimoine jusqu'en 1908, sachant que 25 000 t peuvent encore être exploitées dans le Massif armoricain. Les minéralisations plombo-zincifères (et argentifères) ont permis une production de 18 millions de tonnes (Mt) de plomb entre 1800 et 1991, date de fermeture de la mine de Saint-Salvy qui avait aussi produit 300 t de germanium, impureté de ZnS, et il en reste dans ce gisement breton. Dans le Massif central, à Chassieu, l'étain, le tantalum et le niobium ont été exploités. Dans les Pyrénées, la fluorine présente s'élève à 5 Mt. Évidemment, à l'heure actuelle, le BRGM indique prudemment que ces gisements sont à l'état d'indices miniers et nécessitent des travaux d'exploration pour faire émerger des projets d'exploitation. On comprend ces préoccupations minières nationales quand on sait que la France dépend de l'importation pour ses approvisionnements, alors qu'elle pourrait disposer des ressources de son sous-sol. De plus, les approvisionne-



© BRGM.

ments sont parfois soumis à des variations et contingences géopolitiques difficiles. Le CNRS (*EcolInfo*) rappelle aussi que les ressources naturelles ne sont pas éternelles et que dans notre monde des TIC, l'industrie électronique est très friande de métaux rares et chers (Au, Cu, In, Ge, Ag, Sb), et que le recyclage des déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) est très insuffisant [1].

L'exploitation minière : un métier difficile

L'extraction et la production des métaux sont confrontées en 2017 à plusieurs évolutions :

1. La baisse des concentrations des minerais : en Australie par exemple, en cent ans d'exploitation, le grade des principaux métaux (Pb, Zn, Ni) a été divisé par cinq (25 à 5 %). Pour les mines de cuivre, la moyenne de concentration est passée de 12 à 2 % entre 1800 et 2010. Pour l'or, dans les mines principales du Canada, d'Afrique du Sud et des États-Unis, on est passé en cent-soixante ans de 20 g/t à moins de 5 g/t, limite du seuil de rentabilité.
2. L'augmentation de la profondeur d'extraction : au Chili, à ciel ouvert, on

descend sous 800 m, pour les mines souterraines ; le record est de 3 900 m pour la mine d'or de Tau Tona en Afrique du Sud, où la descente jusqu'au front de taille dure plus d'une heure. En Australie, la mine de Mont Isa descend à une profondeur de 1 800 m pour trouver Cu, Zr et Pb. Cette course à la profondeur exige des investissements toujours plus lourds, sans compter des conditions de travail parfois inhumaines.

3. La barrière minéralogique : d'après les géologues, la distribution des métaux dans la croûte terrestre n'est pas homogène ; elle se présente sous la forme de deux courbes donnant les quantités *versus* les concentrations. Pour la première, les concentrations sont les plus fortes, les minerais sont issus de minéralisations géochimiques d'exploitation facile mais en quantités limitées (1 %). Pour la seconde, séparée de la première par la barrière minéralogique, on trouve une courbe en cloche représentant de grandes quantités de métaux (99 %) en concentration faible présents par substitution atomique dans des minerais de type silicates quasi non exploitables. Cette fin des exploitations faciles



Exploitation en 1990 de la mine d'or de Bourneix (Haute-Vienne), fermée en 2002. © BRGM.

sonne l'échéance de la période d'épuisement des réserves de métaux dont on peut évaluer la période. Ces évaluations doivent bien sûr être prises avec de grandes réserves qui tiennent à plusieurs facteurs : le rythme des découvertes, le secret entourant les réserves stratégiques, les consommations variables, la spéculation... On peut cependant classer les métaux suivant la période d'épuisement :

- 5 à 50 ans : In (écrans et LCD), Ga (affichage), Ge (WiFi), Sb (semi-conducteurs), Hf (isolants), Au, Ag, Sn (électronique), Zn, As ;
- 50 à 100 ans : Cu (électricité, électronique), U (nucléaire), Ni (piles, aciers), Cd, Ti ;
- 100 à 1 000 ans : P, Cr, Se, Fe, Ta, Pt, lanthanides sauf Tm.

Une ruée vers l'or hexagonal ?

Et pour l'or : y a-t-il encore une place en France pour les chercheurs d'or ? Le métal jaune, hors bijouterie, placement bancaire ou bas de laine dont les Français sont les champions, est de plus en plus utilisé dans l'industrie électronique et en chimie sous forme nano pour la catalyse. L'histoire de l'or en France remonte aux Celtes et aux Gaulois qui exploitaient déjà des mines et des sables aurifères dans le Limousin et la Haute-Vienne. Au XX^e siècle, la France en a encore produit 180 t. La dernière mine d'or (Salsigne dans l'Aude) a été fermée en 2004 ; la polémique qui a suivi son arrêt reste

un contre-exemple d'une exploitation minière qui ternit la mémoire industrielle. En un peu plus d'un siècle, elle a produit près de 120 t d'or, mais on oublie de dire que ce n'était qu'un sous-produit de la production d'arsenic. En effet, les veines de minerai étaient constituées principalement d'arsénopyrites FeAs_2 et de mispickel FeAsS qui, après grillage et traitement acide, donnaient As_2O_3 . Salsigne a été le plus grand producteur d'arsenic mondial avec 10 000 t/an. Hélas, cela a donné 120 hectares et 11 millions de tonnes de déchets et sols pollués à l'arsenic. La réhabilitation menée par le BRGM et l'ADEME a consisté à rassembler les sols pollués sur deux sites isolés pour éviter la pollution de la vallée et de la rivière, l'Orbiel.

C'est évidemment ce contre-exemple d'une exploitation minière qui fait peur aux populations et aux sociétés propriétaires d'un permis comme Corbier en Haute-Vienne, et en Dordogne, l'association écologiste Stop Mines 87 s'évertue à mobiliser les habitants comme elle l'a fait contre Cominor à Villeranges dans la Creuse. Il en est de même en Bretagne, où l'association Douar Didoul (« la terre sans trou », sic) a déposé un recours contre le permis de Loc-Envel de Variscan Mines.

Alors que faire dans notre soif du métal magique ? Il ne faut même pas s'expatrier puisque la Guyane française offre un potentiel de développement très riche. À côté des orpailleurs clandestins, qui sont responsables d'une pollution au mercure très dangereuse, il existe des opérateurs légaux qui, *via* le Pôle Technique Minier de la Guyane, regroupent 48 TPE et PME avec le BRGM et la Chambre de commerce. Une société plus importante, AUPLATA, exploite trois sites et bénéficie de trois autres permis d'exploration ; elle exporte environ 250 kg d'or par an. Deux sociétés, Columbus Gold Corp. et Nordgold, ont obtenu un permis

exclusif de recherches (PER) sur « la montagne d'or », site qui renfermerait 150 t d'or qu'elles comptent exploiter dès 2021 si toutes les autorisations d'exploitation sont obtenues.

Il devient nécessaire d'extraire industriellement ces ressources guyanaises qui peuvent apporter plus de 3 000 emplois et des taxes qui profiteront aux aménagements locaux. En effet, il existe sur le sol guyanais près de 10 000 clandestins venant du Surinam et du Brésil qui exfiltrèrent les neuf dixièmes de l'or avec une perte annuelle pour la Guyane de l'ordre de 500 M€. Les entreprises obéiront à une nouvelle charte « mine responsable » préservant l'environnement, et on vient de découvrir une méthode alternative, non polluante, à la cyanuration du minerai d'or à partir de la complexation par un dérivé de l'amidon de maïs, l' α -cyclodextrine, qui complexent les ions Au.

En Métropole, les déboires de Variscan Mines dans la Sarthe et de Cominor dans la Creuse, aux prises avec les populations hostiles à l'industrialisation, montrent qu'avec l'excès de normes, la lenteur administrative et l'activisme des associations écologistes, la ruée vers l'or n'est pas « un long fleuve tranquille ». Ce ne sont même plus des réactions de riverains de type NIMBY (« not in my backyard »), mais des oppositions très bien organisées, y compris par des éléments étrangers à la région, comme le constate un élu concerné : « Il y aura dans l'avenir bien plus de « zadistes »* que de mineurs. » Tant pis pour le recul industriel français et la balance commerciale.



*de ZAD, zone à défendre.
[1] Bernier J.-C., Vos placards nous intéressent, *L'Act. Chim.*, 2011, 356-357, p. 4.

Jean-Claude Bernier
Mars 2017

Index des annonceurs

ChemPubSoc	2 ^e de couv.	EDP Sciences	p. 44, 58
Chemspec Europe	p. 60	Fondation de la Maison de la Chimie	p. 44
Chimie & Terroir	4 ^e de couv.	Institut Galien-Sud	p. 2

Régie publicitaire : FFE, 15 rue des Sablons, 75016 Paris.
Tél. : 01 53 36 20 40 – www.ffe.fr