

Les exploitations minières dans le Massif Armoricaïn. Déclin ou progrès

In: Norois. N°141, 1989. pp. 5-32.

Abstract

The examination of different substances worked in the Armorican Massif , from the ancient times to today, and of substances still subjected to prospecting and feasibility, allows to present some remarks upon its mining future : almost inexorable waning (iron) ; continuation of an intermittent career (tin, gold, antimony) ; pursuit of a serene present (china clay, uranium, andalousite); emergence of serious potentialities (tungsten ; zinc, copper, lead, silver ; titanium and zirconium ; rare Earths...). The recent development of knowledge on the deposits of traditional metals and the discovery of unsuspected substances are essentially the result of renewal of the methods of prospecting and of the aims of research, under the impulse of some great organisms.

Résumé

L'examen des différentes substances exploitées dans le Massif armoricaïn, de l'Antiquité à nos jours, et des substances encore soumises à des travaux de prospection et de valorisation, permet de présenter quelques commentaires sur son avenir minier : déclin quasi - inexorable (fer) ; continuation d'une carrière à intermittence (étain, or, antimoine) ; poursuite d'un présent serein (kaolin, uranium, andalousite) ; émergence de sérieuses potentialités (tungstène, zinc, cuivre, plomb, argent, titane et zirconium ; Terres Rares...). Le développement récent des connaissances sur les gisements de métaux traditionnels et la mise en évidence d'occurrences de substances insoupçonnées sont essentiellement la conséquence du renouvellement des méthodes de prospection et des objectifs de recherche, sous l'impulsion de quelques grands organismes.

Citer ce document / Cite this document :

Chauris Louis. Les exploitations minières dans le Massif Armoricaïn. Déclin ou progrès. In: Norois. N°141, 1989. pp. 5-32.

doi : 10.3406/noroi.1989.4414

http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/noroi_0029-182X_1989_num_141_1_4414

N O R O I S

Publiée avec le concours du Centre National de la Recherche Scientifique.

Les exploitations minières dans le massif armoricain. Déclin ou progrès ?

par Louis CHAURIS

Département des Sciences de la Terre
Université de Bretagne Occidentale
29287 Brest

RÉSUMÉ

L'examen des différentes substances exploitées dans le Massif armoricain, de l'Antiquité à nos jours, et des substances encore soumises à des travaux de prospection et de valorisation, permet de présenter quelques commentaires sur son avenir minier : déclin quasi - inexorable (fer) ; continuation d'une carrière à intermittence (étain, or, antimoine) ; poursuite d'un présent serein (kaolin, uranium, andalousite) ; émergence de sérieuses potentialités (tungstène, zinc, cuivre, plomb, argent, titane et zirconium ; Terres Rares...). Le développement récent des connaissances sur les gisements de métaux traditionnels et la mise en évidence d'occurrences de substances insoupçonnées sont essentiellement la conséquence du renouvellement des méthodes de prospection et des objectifs de recherche, sous l'impulsion de quelques grands organismes.

ABSTRACT

The examination of different substances worked in the Armorican Massif, from the ancient times to today, and of substances still subjected to prospecting and feasibility, allows to present some remarks upon its mining future : almost inexorable waning (iron) ; continuation of an intermittent career (tin, gold, antimony) ; pursuit of a serene present (china clay, uranium, andalousite) ; emergence of serious potentialities (tungsten ; zinc, copper, lead, silver ; titanium and zirconium ; rare Earths...). The recent development of knowledge on the deposits of traditional metals and the discovery of unsuspected substances are essentially the result of renewal of the methods of prospecting and of the aims of research, under the impulse of some great organisms.

Comme les autres fragments de la chaîne hercynienne d'Europe centrale et occidentale, le Massif armoricain est un vieux pays minier. Avec la Cornouaille anglaise et la façade atlantique de l'Ibérie, la péninsule bretonne

Mots clés : Exploitations minières. Massif armoricain. Situations passée et présente. Perspectives d'avenir.

Key words : Mining workings. Armorican Massif. Past and present situations. Future prospects.

revendiquent son appartenance aux « Iles Cassitérides », sources de l'étain antique (Briard, 1965). Au XVIII^{ème} siècle, les mines de plomb argentifère de Poullaouen - Huelgoat étaient les plus considérables du royaume de France (Monange, 1976). Au début du XX^{ème} siècle, l'exploitation du filon plombifère de Pontpéan, près de Rennes, avait atteint 600 m. de profondeur. En 1909, avec la mine de La Lucette près de Laval, la France se classait au premier rang des pays producteurs d'antimoine (Caillaux, 1875 ; de Launay, 1913).

L'ampleur passée de l'industrie extractive et métallurgique est attestée par d'innombrables toponymes : Penestin (la « pointe de l'étain » à l'embouchure de la Vilaine) ; lieux - dits en Houarn (le fer), les Minières, les Ferrières, les Aurières, les Forges, la Fonderie... Les traces de cette activité sont encore parfois sensibles dans les paysages et l'environnement : terrils, haldes, schlamms, scories, puits, descenderies, excavations de toutes sortes (Chauris, sous presse).

De nos jours, la vie minière apparaît réduite ou a même totalement disparu dans bien des districts jadis prospères. Au Huelgoat, les mineurs ont depuis longtemps fait place aux touristes... Des importantes mines de fer de Basse-Normandie, seule Soumont est encore en exploitation ; en Anjou, Segré cesse toute activité en 1987. Après une brève tentative d'exploitation d'étain et de tungstène, le gisement de Montbelleux près de Fougères a été abandonné en 1983...

Pourtant, l'activité extractive ne s'est pas arrêtée, même si à présent elle apparaît plus concentrée et parfois de type nouveau. (Dans cet article, l'expression « exploitation minière » est entendue au sens large : outre les « minerais métalliques », on envisage aussi les « substances utiles »). La Vendée est actuellement l'un des grands districts uranifères français. Avec les gisements de Ploemeur, de Berrien, de Quessoy, la Bretagne est, de loin, la principale région productrice de kaolin en France. Le gîte d'andalousite de Guerphalès en Glomel, dans les Côtes-du-Nord, occupe le premier rang en Europe et le second dans le monde, après l'Afrique du Sud. Les recherches entreprises par le B.R.G.M., puis, plus récemment, par la S.N.E.A.P. ont mis en évidence des amas sulfurés polymétalliques (Pb -Zn - Cu - Ag), totalement insoupçonnés...

Notre propos est ici de tenter une réponse à la question suivante : le passé minier du Massif armoricain, dont l'importance ne peut être mise en doute, est-il susceptible de suggérer, à lui seul, de bonnes perspectives d'avenir ? En d'autres termes, le passé détient-il ici encore la clé du futur ? Une fidélité inconditionnelle aux époques révolues, un acharnement conformiste axé uniquement sur la recherche de gisements traditionnels, ne risquent-ils pas d'entraver des progrès d'un tout autre ordre, vers des substances et des gîtes nouveaux, quasi-imprévisibles ?

En fait, la découverte et la mise en exploitation de gisements totalement inconnus en Armorique avant les années 50 (uranium) ou 60 (andalousite), la reconnaissance de gîtes potentiels importants insoupçonnés de titane, de zircon, d'occurrences de Terres Rares, la récente mise en évidence de l'énorme amas sulfuré de Rouez... soulignent l'intérêt et la nécessité, comme l'écrivait

dès 1969, Bertraneu, dans l'avant-propos consacré au magistral mémoire de Guigues et Devismes sur la prospection minière à la batée dans le Massif armoricain, « de relancer la recherche minière dans des voies nouvelles », vers des « gisements cachés » ou vers des « concentrations minérales originales, encore jamais inventoriées que les progrès de la technologie... permettront d'amener à l'exploitabilité ». Ainsi, les « vieux pays miniers d'Europe constitueront leur patrimoine minier de demain », bien différent, selon toute probabilité, du patrimoine des époques passées.

Dans le cadre de la présente étude, il ne saurait être question d'envisager tous les aspects des problèmes soulevés. Il importe plutôt de préciser notre conception - à savoir l'obligation d'une évolution constante, d'une adaptation aux modifications des besoins et des techniques - à l'aide d'exemples significatifs. D'où la nécessité d'examiner, sous l'angle historique et économique, quelques substances minérales - chacune éclairant par touches successives les problèmes posés - et d'insister sur l'impact des méthodes de prospection dans les découvertes récentes.

Nos sources sont évidemment très nombreuses et les plus significatives sont rappelées en bibliographie. Toutefois, l'essentiel des idées exprimées ici se fonde principalement sur une expérience personnelle de plus de 30 ans sur la métallogénie armoricaine. Cette étude n'aurait cependant pas été possible sans la compréhension et l'aide de divers organismes qui nous ont aimablement communiqué des renseignements inédits, largement reproduits ici, et que nous remercions très vivement (le B.R.G.M. ; la COGEMA ; la S.N.E.A.P. ; la S.N.M.O. ; la COMIREN ; la SIMURA ; la CFMU ; MINATOME ; la Société des Kaolins d'Arvor ; la Société nouvelle d'Exploitation des Kaolins du Morbihan ; la Société kaolinière armoricaine ; Denain - Anzin - Minéraux ; la Société des Mines de Soumont ; la Société des Mines de Fer de Segré ; la Société minière et industrielle de Rougé... et diverses compagnies internationales : Penarroya ; Cominco ; Billiton ; English China Clays...).

I. — UN MÉTAL DÉTRÔNÉ : LE FER.

Après La Lorraine, le Massif armoricain est - du point de vue géologique - la deuxième région ferrifère française. Les gisements sont essentiellement en relation avec la sédimentation paléozoïque surtout ordovicienne (Normandie, Anjou) et, accessoirement, dévonienne (Bretagne, Normandie) et, dans une moindre mesure avec les processus volcano - sédimentaires (petits districts de Crozon, de Renac) ; les gisements de type latéritique, d'âge tertiaire, sont également très répandus et localement importants (district de Rougé). Les réserves potentielles sont estimées à plus de 700 millions de tonnes de fer métal. L'exploitation a dû commencer ici vers les VI - V^{ème} siècle avant notre ère et se poursuivre plus ou moins régulièrement jusqu'à nos jours. Les travaux de Puzenat (1939) et de Gouin (1966) soulignent l'ampleur des exploitations armoricaines jusqu'à un passé encore tout proche. L'implantation de l'industrie sidérurgique à proximité des complexes portuaires, alimentés par des minerais étrangers à fortes teneurs, et la crise économique ont entraîné la fermeture de la plupart des centres d'extraction.

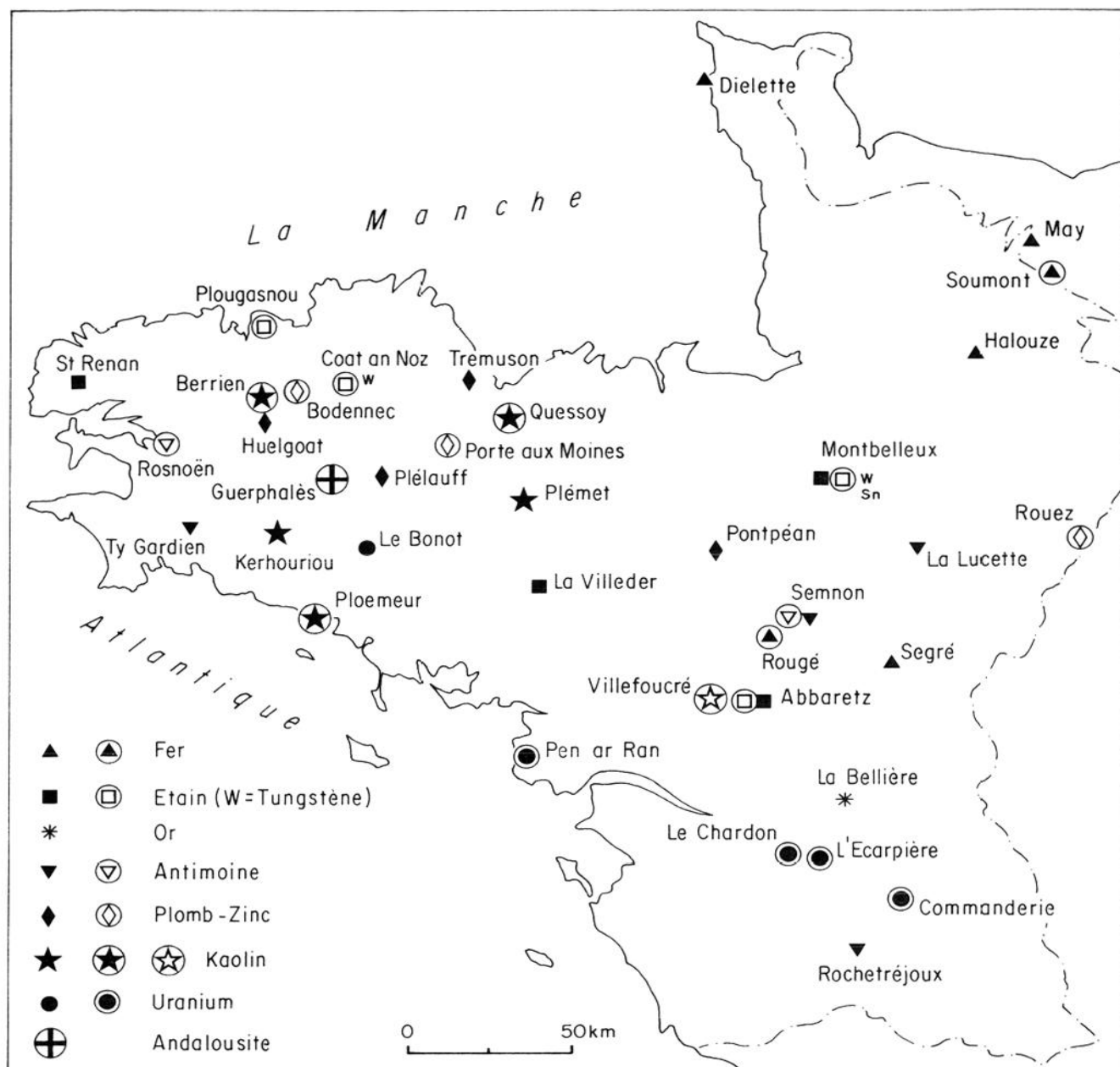


FIG. 1. — Localisation des principaux gîtes cités dans le texte.

Symbole noir = gîte abandonné. Symbole noir cerclé = gîte en exploitation. Symbole blanc cerclé = exploitation future présumée. La forme du symbole indique la nature de la substance.

L'exploitation de la mine de Diélette (Flamanville) avait cessé dès 1965 ; en 1958, la production s'était élevée à environ 150.000 tonnes de minerai ; les teneurs en fer étaient particulièrement élevées (48 à 58 %) et les réserves encore considérables. La mine de May - sur - Orne fermait en décembre 1968 et était transformée en stockage d'hydrocarbures. La mine d'Halouze fermait à son tour en mars 1979. En 1958, les réserves probables de ces deux dernières mines étaient estimées respectivement à 70 et 50 millions de tonnes de minerai à environ 40 % de fer. L'exploitation des minerais de fer qui a longtemps représenté la principale industrie extractive de l'Ouest de

la France, apparaît aujourd'hui très réduite, puisque seules la mine souterraine de Soumont dans le Calvados et les minières de Rougé, à la limite Ille-et-Vilaine - Loire-Atlantique sont encore en activité ; la mine de Segré (Maine-et-Loire) est noyée depuis 1985.

A) SEGRE.

L'histoire économique de la mine de Segré est esquissée ici à titre d'exemple.

La découverte des minerais ferrifères du bassin angevin se perd dans la nuit des temps, comme l'attestent les fouilles et les scories qui jalonnent les affleurements. Les prospections entreprises à partir des environs de 1850 démontrent la présence de couches régulièrement stratifiées et aboutissent à l'institution de concessions. En 1880, la Société des Mines de Fer de l'Anjou et des Forges de Saint-Nazaire s'efforce de valoriser les gisements ; mais après quelques essais, l'usine de Trignac près de Saint-Nazaire, doit renoncer au traitement du minerai de Segré, par suite de la difficile réduction de la magnétite. A la disparition de cette difficulté technique, par suite des progrès de la sidérurgie, la Société des Usines métallurgiques de la Basse-Loire prend la décision de remettre en exploitation les mines de Segré dans quatre concessions voisines : La Ferrière, Le Bois, l'Oudon et Les Aulnais. Les travaux commencent en 1907. En 1912, la Société des Mines de Fer de Segré est fondée et emploie 530 personnes. En 1914, la concession de La Ferrière est mise en réserve et l'exploitation est concentrée en deux points : site du Bois 2 et site de l'Oudon. En 1928, les effectifs s'élèvent à 785 personnes. En 1935, l'exploitation de l'Oudon est abandonnée lors de la mise en service du nouveau puits de Bois 3, foncé à — 400 m., près du puits du Bois 2. A partir de 1957, le puits du Bois 2 est approfondi et modernisé pour assurer l'extraction aux étages — 200 et — 400 m.

Dans le district de Segré, les deux couches exploitées dont la puissance varie de 1 à 2 m., sont distantes de 40 m. Le minerai est constitué principalement par de la magnétite. La composition du minerai tout-venant est la suivante : fer : 52 % ; silice : 12,75 % ; alumine : 4,75 % ; chaux : 2,85 % ; phosphore : 0,85 % ; magnésium : 0,50 % ; manganèse : 0,22 % ; soufre : 0,02 %. Après enrichissement, le concentré s'élève à 67 % de fer.

Par suite de l'essor économique de l'après-guerre, la production de minerai épierré avait dépassé 580.000 tonnes en 1965. Depuis, la situation s'est dégradée d'une manière continue, d'abord à la suite de la baisse des cours du minerai de fer jusque vers les années 1967-1968, puis de la diminution des ventes de minerai épierré pour les hauts-fourneaux. Pour compenser cette perte, l'atelier de bouletage était équipé d'un second, puis d'un troisième four, qui portaient la capacité de production annuelle de boulettes à 150.000 tonnes. Malheureusement, la crise de la sidérurgie ne permettait l'utilisation de cet atelier qu'à 60 % de sa capacité ; en même temps, les prix de vente devaient être abaissés de 13 % en 1976 ; 7 % en 1977 ; 5 % en 1978 et 1979, tandis que la hausse du coût de l'énergie devenait considérable.

Par ailleurs, la mine de Segré était très éloignée de ses clients. Jusqu'en 1977, la hausse du coût des transports terrestres s'est élevée à 7 % par an, puis s'est accélérée pour atteindre 15 % par an en moyenne de 1978 à 1980. Les charges fixes (prestations servies au personnel retraité, entretien des cités et des installations sous-utilisées) ont atteint alors un niveau insupportable. Les travaux neufs ont été arrêtés en 1976, les travaux préparatoires en 1978 : ainsi était engagé, de façon irrémédiable, le processus de fermeture. Economies et efforts du personnel ont permis d'exploiter le minerai déjà préparé au fond et de conduire jusqu'à l'âge de la retraite (normale ou anticipée) la presque totalité du personnel. La seule activité est désormais le traitement du minerai stocké au jour qui occupera une douzaine de personnes jusqu'en 1987.

TABLEAU I. — *Mine de fer de Segré. Ventes (en tonnes) et effectifs.*
(Données communiquées par la Société des Mines de Fer de Segré).

| EXERCICES | EXPEDITIONS | | | | TOTAL | EFFECTIFS |
|----------------------|-----------------|----------------|-----------|------------|---------|------------|
| | MINERAI EPIERRE | | BOULETTES | CONCENTRES | | |
| | HAUT-FOURNEAU | AGREGATS BETON | ACIERIES | LAVOIRS | | |
| 1960 | 525.000 | | | | 525.000 | 340 (1965) |
| 1966-1971/an | 393.000 | | 57.000 | 15.000 | 465.000 | |
| 1972 | 322.350 | | 94.262 | 19.002 | 435.614 | |
| 1973 | 253.572 | | 124.355 | 17.159 | 395.086 | |
| 1974 | 330.899 | | 112.474 | 18.345 | 461.718 | |
| 1975 | 188.185 | | 82.530 | 20.412 | 291.127 | 290 |
| 1976 | 107.037 | | 101.355 | 24.795 | 233.187 | |
| 1977 | | 2.298 | 106.325 | 23.245 | 131.868 | |
| 1978 | | 3.953 | 102.980 | 21.002 | 127.935 | |
| 1979 | | 2.690 | 122.226 | 20.393 | 145.309 | |
| 1980 | | 4.192 | 107.859 | 23.393 | 135.444 | 136 |
| 1981 | | 7.575 | 38.403 | 22.993 | 68.971 | 128 |
| 1982 | | 5.421 | 43.334 | 25.048 | 73.803 | 105 |
| 1983 | | 9.211 | 31.596 | 28.245 | 69.052 | 90 |
| 1984 | | 12.664 | 43.695 | 19.931 | 76.290 | 76 |
| 1985 | | | | | 69.516 | 60 |
| 1986 | | 9.100 | 1.500 | 22.300 | 32.900 | 15 |
| 1987 (prévisions) | | 11.000 | 0 | 11.000 | 22.000 | 13 |

Le tableau I montre qu'à partir de 1977, la mine ne fournit plus de minerai épierré pour les hauts-fourneaux, mais seulement des produits plus valorisés : concentrés de magnétite (teneur en fer : 66/68 %) ; boulettes d'aciéries (64/65 %) ; agrégats pour les bétons denses (52/54 %). Ainsi, malgré des efforts remarquables, l'augmentation du coût de l'énergie, des prix de transport vers une clientèle éloignée, et la crise de la sidérurgie ont conduit, d'une manière inexorable, à la fermeture du beau gisement angevin.

B) SOUMONT.

En dépit d'une sensible diminution de son activité extractive depuis 1974, la Société des Mines de Soumont (créée en 1907) a pu maintenir une production honorable, grâce à la proximité de la Société Métallurgique de Normandie (S.M.N.) dont elle est une filiale.

Le minerai, de type oolitique, est constitué en grande partie par du carbonate de fer, mélangé à divers oxydes et silicates ferrifères. Il est enrichissable par grillage et perd alors 20 % de son poids. La composition moyenne du minerai grillé se présente ainsi : fer : 45-46 % ; silice : 19-20 % ; phosphore : 0,4-0,6 % ; manganèse : 0,2-0,6 % ; alumine : 5-7 % ; chaux + magnésie : 4-7 % ; humidité : 1-2 %. La puissance exploitable va de 3 à 7 m. Les réserves, au-dessus du niveau 650 m. correspondant à 25 ans au rythme actuel d'extraction, avec, en outre, de grandes possibilités d'extension. Le gisement est actuellement exploité (par puits et descenderie) entre les niveaux 325 et 650.

L'extraction a atteint son maximum en 1973 avec plus de 1.500.000 tonnes et été réduite depuis par suite de la crise de la métallurgie. Au 1^{er} octobre 1985, les effectifs de la mine s'élevaient à 205 personnes. Le tableau II donne la production annuelle et les rendements par poste d'ouvrier : au cours des dernières années, les chiffres varient en sens inverse par suite d'une modernisation constante. Les perspectives d'avenir de Soumont sont liées à celles de la S.M.N., leur unique client. Elles sont également liées à la compétitivité du minerai extrait vis-à-vis des minerais riches importés, en particulier de Scandinavie. D'où les remarquables efforts permanents pour améliorer la productivité.

TABLEAU II. -- *Mine de fer de Soumont. Production annuelle et rendement par poste d'ouvrier (en tonnes).* (Données communiquées par la Société des Mines de Fer de Soumont).

| | PRODUCTION ANNUELLE | | RENDEMENTS PAR POSTE D'OUVRIER | | |
|-------------------|---------------------|----------------|--------------------------------|-------|--------------------------|
| | MINERAI CRU | MINERAI GRILLE | ABATTAGE | FOND | ENSEMBLE (fours compris) |
| 1977 | 1.132.808 | 747.142 | 44,20 | 24,80 | 14,35 |
| 1978 | 1.204.352 | 779.534 | 47,00 | 27,04 | 15,85 |
| 1979 | 1.214.459 | 842.447 | 50,72 | 28,67 | 16,59 |
| 1980 | 1.181.658 | 864.856 | 54,80 | 30,22 | 17,14 |
| 1981 | 1.124.804 | 739.733 | 55,83 | 29,82 | 17,96 |
| 1982 | 1.130.985 | 706.397 | 59,53 | 32,12 | 20,12 |
| 1983 | 975.000 | 512.345 | 66,04 | 35,17 | 21,51 |
| 1984 | 957.767 | 483.380 | 69,81 | 35,83 | 23,25 |
| 1985 (prévisions) | 800.000 | 450.000 | | | |

C) ROUGE.

La Société minière et industrielle de Rougé (SESMIR) exploite un minerai de fer limonitique, de type latéritique, d'âge tertiaire, aux confins de la Loire-Atlantique et de l'Ille-et-Vilaine. L'usine de traitement est située à Rougé en Loire-Atlantique ; la seule carrière actuellement (1987) en exploitation est la mine de Cropé, en Ille-et-Vilaine, d'où le minerai est transporté à l'usine par camion. La crise a entraîné une diminution considérable du personnel et de la production, mais la création de produits « haut de gamme » a permis à la Société de se maintenir. En 1962, l'effectif était de 125 personnes ; la production s'était élevée à 263.000 tonnes de minerai brut ; les expéditions, à 241.000 tonnes de minerai à la sidérurgie. En 1986, l'effectif était tombé à 14 personnes, les expéditions étaient un peu inférieures à 15.000 tonnes. Les dernières ventes à la sidérurgie, qui avaient considérablement décliné, avaient eu lieu en 1980 (tableau III). Les débouchés actuels sont essentiellement constitués par du minerai brut pour les cimenteries et par divers minerais spéciaux (limonite pour la confection de béton anti-radiation ; minerai pour fonderie ; limonite très finement broyée pour l'alimentation du bétail...). Les belles argiles en provenance des résidus de lavage des terres ferrifères n'ont encore obtenu qu'une utilisation toute locale (artisanale) ; les réserves accumulées dans les bassins de décantation sont énormes.

TABLEAU III. — *Mines de fer de Rougé. Production (en tonnes), effectifs, expéditions (en tonnes).* (Données communiquées par la SESMIR). Différence entre expéditions et production, dues aux stocks. * : sable ferrugineux 0/2 mm. ; Fe : 34 % ; ° : minerai brut 0/6 mm., Fe : 42 %.

| ANNEES | PRODUCTION | | EFFECTIF | EXPEDITIONS | | | | |
|-------------------|------------------|--------------|----------|--------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|---|
| | Terres extraites | Minerai brut | | Minerai sidérurgie | Minerai brut cimenteries | MINERAIS SPECIAUX | | |
| | | | | | | Limonite anti-radiation 0,1/6 mm | Fonderie | Oxyde de fer alimentation bétail < 130µ |
| 1977 | 85.000 | 76.000 | 30 | 59.000 | 50.000* | 102 | 53 | 102 |
| 1978 | 78.000 | 69.000 | 23 | 100.000 | 33.000* | 130 | 22 | 82 |
| 1979 | 103.000 | 92.000 | 30 | 85.000 | 38.000* | 138 | 44 | 200 |
| 1980 | 70.000 | 52.000 | 35 | 26.000 | 33.000* | 60 | - | 204 |
| 1981 | 79.000 | 45.000 | 21 | | 12.400* | 161 | 144 | 201 |
| 1982 | 60.000 | 42.000 | 21 | | 18.200* | 88 | 21 | 265 |
| 1983 | 56.000 | 33.000 | 19 | | 8.800* | 153 | - | 287 |
| 1984 | 63.000 | 31.000 | 16 | | 24.800* | 104 | 40 | 211 |
| 1985 | 50.000 | 29.000 | 16 | | 17.900* | 49 | 98 | 110 |
| 1986 | 30.000 | 15.000 | 14 | | 14.500* | 65 | 29 | 126 |
| 1987 (fin mai) | 19.500 | 11.500 | 14 | | | | | |

Ainsi, en une vingtaine d'années, l'industrie extractive ferrifère s'est considérablement réduite dans le Massif armoricain. Seuls deux gisements, de types totalement différents - (l'un, paléozoïque, avec exploitation en mine profonde ; l'autre, cénozoïque, avec extraction en carrière) - ont pu

encore se maintenir, mais l'avenir reste sombre. Il serait regrettable que, malgré la conjoncture très difficile, la production de l'Ouest de la France sombre totalement (*).

II. — LES ALÉAS DES MÉTAUX NON FERREUX TRADITIONNELS (Étain, or, antimoine, plomb, zinc, argent).

A) DES EXPLOITATIONS RÉCENTES SANS LENDEMAIN : L'ÉTAIN.

Malgré une production cumulée restreinte par rapport aux autres districts européens (Cornwall, Erzgebirge, Péninsule ibérique), la Bretagne demeure - de loin - la principale zone stannifère française. La cassitérite a été probablement recueillie ici dès l'âge du Bronze (alluvions de Saint-Renan, sables littoraux du Mor Bras...) (Briard, 1965). Le grand champ filonien de Nozay - Abbaretz était exploité à ciel ouvert, dans de profondes tranchées, à l'époque gallo-romaine (Champaud, 1957) ; la production a dû être alors de plusieurs milliers de tonnes. Curieusement, par la suite, aucun document ne nous est parvenu sur d'éventuelles exploitations jusqu'au XIX^{ème} siècle, où découvertes (ou redécouvertes) se multiplient (Piriac, La Villeder, Questembert...) ; le district de Nozay - Abbaretz était totalement tombé dans l'oubli et les vestiges des anciens travaux miniers, considérés par les archéologues comme « une ligne de défense gauloise », avant les recherches de Davy (1897). Montbelleux n'était (re)découvert qu'au début du XX^{ème} siècle ; Saint-Renan, qu'en 1956 ! La production du XIX^{ème} siècle est restée très faible (quelques centaines de tonnes) par rapport aux importants travaux miniers entrepris (Chauris, 1981).

En fait, il aura fallu attendre les années 50 pour voir la Bretagne redevenir une région productrice significative. Encore, la production subira-t-elle, à plusieurs reprises, des interruptions, ponctuées par l'abandon successif de gisements éphémères, avant de s'arrêter, à nouveau, en 1986. De 1951 à 1957, le gisement filonien d'Abbaretz, exploité par la S.N.M.O., a produit 4000 tonnes de concentrés de cassitérite à 65-70 % Sn. De 1960 à 1975, les gisements alluvionnaires du district de Saint-Renan ont été exploités par la COMIREN à l'aide d'une drague suceuse flottante à désagrégation, par un ponton flottant avec grappin et petite usine gravimétrique et par *drag-line* (plus de 5200 tonnes de concentrés à 74 % Sn entre 1960 et 1972, avec une teneur moyenne des alluvions de 593 g/Sn/m³). Un petit gîte alluvionnaire de 460.000 m³ à 1090 g, Sn/m³, mis en évidence par le B.R.G.M. près de Plougasnou au Nord de Morlaix, a été partiellement exploité par la COMIREN en 1971-1973. Un autre dépôt de 600.000 m³ à 450 g/Sn/m³, découvert par le B.R.G.M. à Langonnet, a été exploité également par la COMIREN en 1974-75. Des travaux de recherche effectués par la Société des Mines de Montbelleux près Fougères entre 1978 et 1983 sur un stockwerk quartzeux intra-granitique à cassitérite et wolframite, ont fourni une petite production (environ une trentaine de tonnes d'étain) ; les travaux ont été interrompus par suite de difficultés techniques et économiques. Tout récemment, (1984-1986), une entreprise artisanale de quelques personnes, a tenté d'exploiter la cassitérite disséminée à haute teneur (jusqu'à plus de

(*) Les problèmes de la valorisation intégrale des minerais du « Grand Rouez » qui entraînerait une importante production de fer, en sous-produit, seront envisagés plus loin.

10 kg/m³), à la base des sables et cailloutis pliocènes, au lieu-dit La Hye, à proximité de l'ancienne mine de La Villeder ; la production n'aurait pas dépassé 18 tonnes de cassitérite (Chauris *et al.*, 1988).

Les réserves reconnues en Bretagne sont loin d'être négligeables. La principale zone favorable semble être encore - comme par le passé - celle de Nozay-Abbaretz ; dans ce district, les réserves du seul « bloc de Beaulieu » sont estimées à 9000 tonnes. Le gisement de Montbelleux renferme également des réserves, certaines intéressantes, bien qu'à des teneurs assez faibles ; ici, le tungstène s'associe à l'étain. Le district filonien de Plougasnou (filons de Guersaliou...) renferme également des réserves potentielles ; ici, cas unique dans le Massif armoricain, le cuivre accompagne l'étain (Lulzac, 1970). La présence de gisements « en roche » exploitables dans le district alluvionnaire de Saint-Renan n'a pu encore être établie. Plusieurs petits flats, non encore exploités, ont été mis en évidence par le B.R.G.M. à proximité des leucogranites stannifères du Morbihan (Limerzel) et près de Nozay (Le Paradel). L'éventualité de gisements de cassitérite sur les plages bretonnes a été évoquée à plusieurs reprises depuis les exploitations anciennes des placers littoraux de Penestin et de Piriac ; en tout état de cause, il ne pourrait s'agir ici que de petites exploitations artisanales. Par ailleurs, les sables rejetés par l'ancienne laverie d'Abbaretz sont encore relativement riches : 285 g/T, dans environ 2 millions de tonnes.

Au total, il paraît certain que l'étain sera à nouveau exploité en Bretagne. Cependant, l'abandon brutal de la mine de Montbelleux peu de temps après la mise en exploitation - à l'issue de plusieurs années d'importants travaux préparatoires - n'a pas été sans jeter quelque discrédit sur l'avenir de ce métal dans la péninsule armoricaine...

Dans le Massif armoricain, comme ailleurs dans le monde, le *tungstène* peut être associé à l'étain. A Montbelleux, aux 300 tonnes de concentrés produits avant 1958, s'ajoute la trentaine de tonnes de WO₃ récupérée lors des nouveaux travaux. Les skarns à scheelite (WO₄Ca), sans cassitérite, mis en évidence par la S.N.E.A.P. à la suite d'une importante campagne de sondages (Mirabail *et al.*, 1986) dans le district wolframifère de Coat-an - Noz (Chauris, 1957), constituent une intéressante réserve de tungstène (réserves possibles de 1.100.000 tonnes à 1,3 % WO₃ ; 0,3 % Cu). Toutefois, la récente chute des cours due à l'emprise du marché par la production chinoise augure mal de l'avenir des mines de tungstène en France où la belle exploitation de Salau (Société minière d'Anglade) dans les Pyrénées a dû fermer en 1986.

B) UN AVENIR INATTENDU POUR UN « VIEUX » MÉTAL ? : L'OR

L'or a été exploité dès l'Antiquité dans le Massif armoricain. Des objets utilisés par les Gallo-romains ont été reconnus à La Bellière en Saint-Pierre-Montlimart (Maine-et-Loire) ; l'exploitation en profondeur, à cette époque, a été confirmée par la méthode de datation au radio-carbone (205 après J-C, Giot, 1963). Des travaux de la période gallo-romaine ont été également décelés dans la région de Beslé. Des vestiges d'exploitations

anciennes ont été signalés par Bellanger (1911), le long d'une ligne Petit-Auverné - La Pouëze et par le B.R.G.M., vers 1970 (travaux de De Vaucorbeil) dans la région de Craon - Château-Gontier.

La première partie du XX^{ème} siècle a vu un renouveau de l'exploitation aurifère. L'or a été extrait à La Bellière (10.400 kg d'or, dans un minerai à 12 g/Au/T, de 1905 à 1941 ; le gisement d'antimoine de La Lucette en Mayenne, inconnu des anciens, a fourni, avant sa fermeture, en 1939, 8.300 kg d'or dans un minerai à 10-11 g/T. Les recherches entreprises par COMINCO vers les années 80 aux environs d'Elliant, à l'est de Quimper, sont abandonnées ; par contre, les investigations du B.R.G.M. demeurent toujours actives.

Les prospections alluvionnaires systématiques effectuées par le B.R.G.M. (Guigues *et al.*, 1969) ont révélé la fréquence de l'or dans les alluvions du Massif armoricain, en particulier dans les zones occupées par les formations briovériennes. De nombreux districts aurifères jusqu'alors insoupçonnés des géologues ont été ainsi reconnus. Cependant, la toponymie (noms de lieux en « Aurière », « Laurière », l'« Orière »... [Mulot, 1971 b]) témoignaient, depuis longtemps de la présence de l'or. Toutefois, les nombreux « écrémages » par les Anciens de la partie superficielle des filons, enrichie par altération météorique, ne doivent pas faire illusion : le « protore » - ou minerai profond - s'avère souvent très pauvre...

Une toute petite production d'or a été obtenue lors de la récente exploitation de cassitérite alluvionnaire de Plougasnou. Actuellement, un peu d'or est également récupéré, d'une manière artisanale, au moyen d'installations sommaires, lors du lavage des sables et graviers récents dans des sablières du Morbihan. Et un peu partout, des orpailleurs amateurs jouent aux chercheurs d'or dans les ruisseaux armoricains.

Par suite de sa valeur élevée et de son bon comportement en période de crise, l'or sera toujours recherché. Vu le contexte géologique, il serait surprenant que le Massif armoricain n'ait pas encore un avenir intéressant en ce domaine. La récente découverte (infra) par la S.N.E.A.P. de l'amas de Rouez (100 millions de tonnes de minerai sulfuré contenant 150 tonnes d'or) vient à l'appui de cette interprétation. La partie inférieure du « chapeau de fer » qui couronne le dépôt sulfuré renferme des concentrations très élevées en or (jusqu'à 70 g/T !), exploitables en carrière à ciel ouvert.

C) UNE RICHESSE EXCEPTIONNELLE ÉPISODIQUE : L'ANTI-MOINE.

L'exploitation de la stibine (sulfure d'antimoine) avait commencé en Vendée dès la seconde moitié du XVIII^{ème} siècle ; dans la même région, le gîte de Rochetréjoux a fourni 16.400 tonnes d'antimoine entre 1907 et 1926. Les petits gisements du Semnon (500 T.) près Martigné - Ferchaud et de Kerdevot près Quimper ont été exploités au début du siècle. Mais la célébrité mondiale de Massif armoricain est venue ici avec le gîte de la Lucette ; la production total de la mine s'est élevée à 42.000 T. de métal.

Les recherches récentes du B.R.G.M. ont conduit à l'extension des districts de Vendée, du Semnon (indices de La Coëfferie...) et de Quimper (Kerveady, Ty Gardien...). Une petite exploitation a eu lieu entre octobre 1981 et la fin d 1983 à Ty Gardien (1217 T. de concentrés, contenant 565 T. de métal), à partir d'un minerai très riche mais sans grande extension. Cette petite mine employait une quinzaine de personnes et envoyait des concentrés de minerais à la fonderie de La Lucette, dont elle assurait environ 30 % des besoins en métal.

Le dispositif souvent lenticulaire des filons de stibine et, par suite, le caractère aléatoire des prospections, (l'antimoine est le « métal du diable » des mineurs) laissent à penser que d'autres « bonanza » sont probables dans le Massif armoricain, même si l'« âge d'or » appartient sans doute ici au passé. A Pen ar Vern en Rosnoen (Finistère), un petit gîte riche en antimoine (≈ 1000 T. de métal) a été mis en évidence par le B.R.G.M. en 1982-1983 ; la découverte d'autres gisements comparables dans son voisinage rendrait l'occurrence exploitable.

D) DES CIBLES RÉCEMMENT INSOUÇONNÉES POUR DES MÉTAUX LONGTEMPS EXPLOITÉS (PLOMB-ZINC-ARGENT).

Dans l'Antiquité [dès l'époque du Bronze final, comme l'indiquent les teneurs anormales en plomb des haches (Briard, 1965)] et jusqu'à nos jours, les seuls gisements plombifères (avec argent) étaient ici des filons, le plus souvent de direction subméridienne (districts de Huelgoat - Poullaouen, Châtelaudren - Trémuson, Pontpéan...). Les documents antérieurs au XVII^{ème} siècle sont très rares. On sait seulement qu'une importante exploitation souterraine (70 m de profondeur) a eu lieu à Plélauff au haut Moyen Age (datation par radio - carbone à 750 ± 120 après J-C [Giot, 1965] des anciens cadres de bois de la vieille mine, lors de sa redécouverte par le B.R.G.M.). A Pontpéan (déjà citée dans les listes de la Baronne de Beausoleil en 1630), la production cumulée des XVIII^{ème} et XIX^{ème} siècles approchait des 200.000 tonnes de plomb.

Les premières recherches entreprises par le B.R.G.M. vers les années 1960 s'attachèrent à mettre en évidence de nouveaux filons méridiens, selon le modèle classique régional. Bientôt, à l'évidence, apparurent d'autres occurrences, d'axe est-ouest largement étalé. Les travaux de reconnaissance devaient révéler rapidement la présence d'un nouveau type de gisement -les formations hydrothermales - sédimentaires polymétalliques - jusqu'à ce jour insoupçonnées dans l'ouest de la France (découverte de Bodennec [1968] dans le Finistère, puis de la Porte aux Moines [1975] dans les côtes-du-Nord, au sein des terrains dévonien (Guigues, 1978 ; Beaujour *et al.* 1978 ; Aye, 1978). Plus récemment (1976), la S.N.E.A.P. mettait en évidence l'amas sulfuré de Rouez, dans la Sarthe, au sein du Briovérien (Bernazeaud, 1981 ; Icart *et al.*, 1981). Aux métaux de base traditionnels (plomb-zinc) et à l'argent, s'ajoutait le cuivre, considéré jusqu'alors comme rare dans le Massif armoricain. Enfin, dans les toutes dernières années, le B.R.G.M. a reconnu des concentrations du même type (hydrothermal - sédimentaire), également

insoupçonnées, dans les complexes de Saint-Georges-sur-Loire, en Loire-Atlantique et en Maine-et-Loire. Jusqu'à présent, aucun de ces gîtes n'est encore exploité.

Les prospects de Bodennec et de Porte aux Moines représentent des enjeux moyens : à Bodennec, 150.000 à 200.000 tonnes de métal contenu à une teneur de 10-11 % Zn + Pb + Cu et 90 g/Ag/T ; à Porte aux Moines, 300.000 tonnes de métal contenu à 12-13 % Zn + Pb + Cu et 120 g/Ag/T. Les minerais, de type sulfuré à grain fin, nécessiteront un traitement par flottation complexe. L'hydro-métallurgie pourrait être un élément de valorisation optimale (Bertraneu, 1978). Les objectifs actuels sont de découvrir d'autres occurrences du même type à proximité en vue de leur regroupement autour d'installations de traitement communes (une laverie unique recevant les préconcentrés en provenance de différents chantiers d'extraction du même district).

Le *prospect de Rouez*, proche de Sillé-le-Guillaume, représente, par contre, un enjeu énorme... C'est, en effet, un gigantesque amas de sulfures de fer (pyrite et pyrrhotite), pauvre en métaux de base, de l'ordre de 100 millions de tonnes. Les études de la S.N.E.A.P. ont établi qu'il existe, en fait, à Rouez, trois types de gisements potentiels, chacun de nature, de taille et par suite d'impacts économiques différents (Bernazeaud, 1981).

- . A la partie supérieure de l'amas, immédiatement sous la surface topographique, dans les zones d'oxydation et de cémentation, un tonnage restreint mais fortement enrichi en cuivre et en métaux précieux (supra).

- . Au sein de l'amas apparaissent localement des accroissements très notables des teneurs en métaux de base (Pb-Zn-Cu) + Ag et Au : c'est l'objectif appelé « Petit Rouez ».

- . Le « Grand Rouez » correspond à l'ensemble de l'amas ; il renferme 45 millions de tonnes de fer ; 32 millions de tonnes de soufre ; 1.500.000 tonnes de zinc ; 600.000 tonnes de cuivre ; 300.000 tonnes de plomb ; 2000 tonnes d'argent et 150 tonnes d'or.

Comme le dit très justement Bernazeaud (1981), la présence dans le sous-sol national de telles réserves en métaux que la France doit pour une grande part acheter à l'étranger, ne peut laisser indifférent. Toutefois, dans une économie de marché, des teneurs de 2,5 % en Zn + Pb + Cu (avec un peu d'Ag et d'Au) ne sont pas exploitables pour ces seuls métaux. Il apparaît en conséquence nécessaire, d'une part d'augmenter la qualité globale du minerai (élimination maximale de la gangue et, éventuellement, des sulfures stériles ; le potentiel minerai serait alors ramené à environ 70 millions de tonnes et, par suite, la teneur moyenne en Zn + Cu + Pb s'élèverait entre 3 et 4 % ; d'autre part, de s'orienter vers des solutions de « valorisation intégrale » des sulfures de fer pauvres afin de commercialiser, en plus des métaux de base et des métaux précieux, tout ou du moins une partie du fer et du soufre. Un tel projet exigerait des investissements très importants. Ce serait « *une opération d'envergure nationale* », engendrant un important chiffre d'affaires, créant plus d'un millier d'emplois et procurant à l'économie française de substantielles économies de devises (Bernazeaud, 1981).

Les spectaculaires découvertes des amas sulfurés polymétalliques à Pb-Zn-Cu-Ag, n'ont pas fait oublier la recherche de gisements filoniens de type « classique », généralement de plus faible tonnage, mais d'exploitation et de traitement plus faciles, par suite de leur géométrie et de leur composition plus simples. Du fait de la crise économique, les petits projets miniers, qui ont l'avantage d'offrir rapidement des revenus, présentent un intérêt accru pour les investisseurs. A la fin de 1983, des gisements riches en plomb-zinc-argent ont été mis en évidence par le B.R.G.M. à La Teilhaie et à Rosmellec dans le Morbihan. A La Teilhaie, le tonnage reconnu est estimé à 400.000 tonnes à 7,2 % Pb + Zn et 80 g/T Ag ; à Rosmellec, probablement, à 200.000 tonnes de minerai à 10 % Pb + Zn et 200 g/T Ag. Ces découvertes - jointes à celles encore plus récentes des occurrences de Saint-Fiacre et de Saint-Salomon (Morbihan) et celle plus ancienne de Plélauff (200.000 tonnes de minerai à 10 % Pb + Zn) confirment la vocation de la Bretagne pour de riches petits gisements filoniens plombo-zincifères.

III. — UNE SUBSTANCE ANCIENNE D'INTÉRÊT TOUJOURS CROISSANT : LE KAOLIN

Le premier gîte de kaolin français fut signalé à Alençon par Guettard en 1760 et exploité pour les manufactures de Sèvres... Depuis, de nombreux gisements ont été découverts et exploités (Plémet, Riec-sur-Belon, Kerhouriou...). Actuellement, le Massif armoricain assure plus de 90 % de la production française de kaolin. Dans plusieurs gisements, la muscovite est également récupérée (peintures, enduits...). Les sables quartzueux des résidus de lavage sont également commercialisés. De nouveaux gîtes - encore inexploités - ont été mis en évidence (environs de Lannéanou ; La Villefoucré près Nozay...) ; les réserves décelées sont importantes. On estime qu'un nouveau gisement ne peut être ouvert avec moins de 6 millions de tonnes de produit brut tout venant (sauf s'il existe déjà une usine de traitement à proximité). Le tableau IV montre une consommation croissante, l'importance prise par l'industrie du papier (300.000 tonnes de kaolin en France en 1986) et le fort pourcentage de l'importation étrangère (de l'ordre des deux tiers).

L'histoire de *La Société des Kaolins d'Arvor* en Ploemeur, près de Lorient, constitue un remarquable exemple d'expansion, dans le cadre d'une continuité familiale tant au niveau de la direction que du personnel. La fondation

TABLEAU IV. — *Consommation du kaolin en France.* (Données communiquées par la Société des Kaolins du Morbihan).

| C O N S O M M A T I O N D E K A O L I N E N F R A N C E | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------|-----|-----------|-----|--------------------------------------|---------|-----------|---------|-----|
| | SUIVANT L'ORIGINE DU KAOLIN | | | | SUIVANT LES INDUSTRIES UTILISATRICES | | | | |
| | 1982 en T | % | 1986 en T | % | 1982 en T | % | 1986 en T | % | |
| Française | 156.000 | 34 | 174.000 | 36 | Céramique | 115.000 | 25 | 120.000 | 25 |
| Etrangère | 304.000 | 66 | 310.000 | 64 | Papier | 285.000 | 62 | 300.000 | 62 |
| | | | | | Divers | 60.000 | 13 | 64.000 | 13 |
| TOTAUX | 460.000 | 100 | 484.000 | 100 | TOTAUX | 460.000 | 100 | 484.000 | 100 |

de la Société remonte à 1919, par la fusion de deux petites exploitations de kaolin. Après un départ assez lent (2200 tonnes en 1919 ; 3200 en 1921), la production ne cesse de s'accroître jusqu'en 1935 (6000 T. en 1923 ; 10.000 T. en 1925 ; 20.000 T. en 1930 ; 30.000 T. en 1935). Ces résultats sont obtenus en dépit d'une sévère concurrence des très importants producteurs anglais, inquiets de voir le marché français leur échapper. La crise économique, puis la guerre, font tomber le chiffre de la production (22.000 T. en 1942). En 1943, la destruction quasi totale de Lorient désorganise complètement l'exploitation et, entre août 1944 et mai 1945, la « poche de Lorient » suspend toute activité (3600 T. en 1944 ; 6400 en 1945). A la fin de 1948, la production atteint à nouveau le niveau de 1935 ; en 1958, elle s'élève à 40.000 T. Pour dépasser ce chiffre, la Société procède à une refonte complète de ses installations. Le tableau V fournit une série de données sur les six dernières années. Il montre la remarquable stabilité du personnel (128 → 127), l'augmentation de la production de kaolin (\approx 80.000 T. en 1986), l'importance prise par le kaolin de charge papetière ($>$ 50 % de la production de l'usine), le début de la récupération de la muscovite à partir de 1983 (plus de 2000 T. en 1986).

TABLEAU V. — *Société des Kaolins d'Arvor. Production (en tonnes) et effectifs.*
(Données communiquées par la Société).

| ANNEE | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| EFFECTIF | 128 | 129 | 130 | 128 | 131 | 127 |
| Kaolin céramique | 25.157 | 21.443 | 19.196 | 17.003 | 14.308 | 17.004 |
| Kaolin de charge papetière | 31.193 | 30.655 | 34.882 | 37.247 | 41.360 | 42.151 |
| Kaolin de couchage papetier | 17.574 | 16.605 | 16.330 | 17.155 | 18.348 | 18.422 |
| Mica | | | 316 | 2.403 | 1.990 | 2.268 |
| Total "Produits" | 73.924 | 68.703 | 70.724 | 73.808 | 76.006 | 79.845 |
| Sous-produits (sables) | 50.336 | 42.975 | 36.542 | 18.419 | 16.148 | 11.797 |

A la Société nouvelle d'Exploitation des Kaolins du Morbihan, située également comme la précédente à Ploemeur, les productions s'établissent ainsi : kaolin : 68.000 à 70.000 T./an sur les quatre dernières années ; muscovite : 7000 à 8000 T./an ; sable quartzueux lavé : 45.000 à 50.000 T./an. Pour assurer cette production, le tonnage de matériau brut extrait est de l'ordre de 360.000 à 400.000 T/an. L'utilisation de la muscovite et du quartz fournit un excellent exemple de valorisation des « déchets ». L'effectif en personnel reste assez stable, avec une légère tendance à la baisse (de 102 à 93). Six qualités différentes de kaolin sont commercialisées ; les débouchés sont principalement dans l'industrie céramique (porcelaine, émaux, sanitaire), dans la fibre de verre, ainsi que dans l'industrie des charges. La Société vient d'ouvrir un nouveau gisement au lieu-dit Kerbrient (réserves $>$ à un million de tonnes de kaolin) ; après un pré-traitement, le produit est transporté par pipe-line sur 4 km. jusqu'à l'usine de Lanvrian située sur le gisement principal.

Le dynamisme des deux sociétés de Ploemeur (Société des Kaolins d'Arvor et Société des Kaolins du Morbihan) et les bonnes perspectives d'avenir de leurs gisements sont attestés par la construction en 1986 d'une ligne de chemin de fer à voie normale entre les usines de traitement et Lorient.

Le gisement de Berrien (Finistère), exploité par la *Société des Kaolins du Finistère* (filiale du groupe « English China Clays » [E.C.C.] qui, avec une production de 2,5 millions de tonnes/an de kaolin, est le plus gros producteur mondial) est la dernière en date des exploitations de kaolin dans le Massif armoricain. La production annuelle (1986) s'élève à 45.000 tonnes (porcelaine, faïence, sanitaire) ; la récupération de la muscovite vient de commencer (1000 tonnes en 1986) ; les sables quartzueux sont également commercialisés. Le kaolin est transporté par camion jusqu'au magasin de stockage situé à la gare de Pleyber-Christ, sur la ligne Brest-Paris. Une partie de la production est également expédiée à partir du port de Roscoff. Les effectifs (1986) sont de 42 personnes.

La *Société kaolinère armoricaine* (SOKA) dont le siège est à Saint-Brieuc exploite le grand gisement de Quessoy (Côtes-du-Nord) ; l'effectif est de 45 personnes. Après l'enlèvement de 6 mètres de stériles, l'extraction annuelle s'élève entre 180.000 et 220.000 tonnes ; le kaolin brut extrait contient 40 % de kaolinite. Les utilisations concernent la céramique (carrelage, sanitaire), les réfractaires, les adhésifs, le caoutchouc, les engrais, la fibre de verre... Environ 50 % (en valeur) de la production est vendu à l'exportation. Le sable quartzueux, produit secondaire du lavage, trouve des applications comme sable à béton, sable de drainage et d'ensilage, dans les enrobés...

IV. — UN MÉTAL D'UTILISATION RÉCENTE PROMIS A UN BEL AVENIR : L'URANIUM.

La mise en évidence de gisements d'uranium dans le Massif armoricain remonte à une période récente. Les prospections du C.E.A. commencèrent vers 1950 en Vendée et furent rapidement couronnées de succès puisque, dès 1952, le gros gisement de l'Écarpière était découvert en bordure du granite de Mortagne. Les occurrences mises en évidence au nord de la Loire par le C.E.A. ou des compagnies privées sont moins importantes, mais certains districts présentent un réel intérêt (districts de Pontivy et de Guérande) ; beaucoup d'autres occurrences ont livré une petite production de surface au moment de leur reconnaissance. Les recherches se poursuivent actuellement, ponctuées - tout au moins en Bretagne - par les manifestations des écologistes... Selon toute probabilité, l'uranium armoricain est encore appelé à un bel avenir.

La *Division minière de Vendée* est un des établissements miniers de la branche uranium naturel de la compagnie générale des matières nucléaires (COGEMA), société de droit français, créée en 1976 et filiale à 100 % du Commissariat à l'Énergie atomique (C.E.A.). Son domaine d'activité s'étend sur la partie méridionale du Massif armoricain, entre la presqu'île de Guérande et la région de Parthenay. Ses titres miniers, qui couvrent près de

600 km², intéressent plus de 70 communes. Ses principaux centres d'exploitation sont les mines souterraines de l'Ecarpière, le Chardon, la Commanderie, Roussay et Piriac et les mines à ciel ouvert de Roussay, Beaurepaire, La Dorgissière, l'Ecarpière et le Poitou. Ses effectifs s'élèvent à 500 personnes, auxquelles s'ajoutent les 150 agents de l'usine de concentration associée (usine hydro-métallurgique de l'Ecarpière). Dans sa grande majorité, le personnel est originaire de Bocage vendéen et du Pays des Mauges. La production annuelle est de l'ordre de 550 tonnes d'uranium métal, soit 20 % de la production française. La Division minière de Vendée a à présent 35 ans d'activité ; 11.000 tonnes d'uranium ont déjà été produites ; les réserves sont de l'ordre de 8000 tonnes, et tout porte à croire qu'au moins 25.000 tonnes seront extraites.

Les trois mines principales méritent une mention spéciale. Le siège de l'Ecarpière, ouvert en 1953, est le plus ancien et le plus important de la Division. La mine qui s'étend sur plus de 3 km, est équipée d'une galerie inclinée reliant le carreau au niveau 400. Avec un effectif de 120 personnes, la mine souterraine produit de 120 à 160 tonnes de métal/an. La production sera très sensiblement accrue avec la mise en exploitation de la mine à ciel ouvert sur toute son extension ouest. Le siège de La Commanderie a été ouvert en 1955 et exploité simultanément en carrière et en souterrain. Une descenderie relie le fond de l'*open-pit* au niveau 400. 80 personnes assurent une production de 110 à 140 tonnes d'uranium métal. Le siège du Chardon, ouvert en 1957, est équipé d'une descenderie creusée depuis le fond de la carrière jusqu'au niveau 360. La mine souterraine emploie une centaine de personnes et produit environ 160-170 T. d'U. par an. La production cumulée des autres sièges est nettement inférieure à 1000 tonnes (731 à Roussay au 1/1/87 ; 473 à Pen ar Ran au 1/1/87). La mine de Pen ar Ran près de Guérande est caractérisée par sa teneur moyenne élevée en uranium ($\sim 6,8 \text{ ‰}$), alors que les gisements liés au massif granitique de Mortagne présentent une teneur de l'ordre de 0,4 à 2,1 ‰. (tableau VI).

Le district uranifère de Pontivy a été mis en évidence vers 1954-1957 par des prospecteurs privés (principalement la famille Monpas, de Lignol), puis exploité essentiellement par la Société industrielle, et minière de l'uranium (SIMURA), à l'exception de quelques gîtes (Questiave, Mané Mabo...). Le district, lié au leucogranite de Pontivy, se caractérise par le grand nombre des occurrences (18 gisements ont été exploités par la seule SIMURA) ; leur faible importance individuelle (sur les 18 gîtes de la SIMURA, seules trois mines ont produit plus de 100 T. d'U. métal (Le Bonot : 390 T ; Kerler : 146 T et Rosglas : 113 T.) ; leur teneur moyenne souvent remarquablement élevée ($> 6 \text{ ‰}$ à Rosglas et au Bonot) ; la teneur moyenne des gîtes de la SIMURA était $\sim 4 \text{ ‰}$. En 26 ans (de 1959 à 1984), la production totale de la SIMURA s'est élevée à 1074 T d'U. métal. Les extractions effectuées par la famille Monpas entre 1954 et 1957 sont estimées à une vingtaine de tonnes. Seuls deux gisements ont été exploités à ciel ouvert (Prat Merien et Keryacunff). Plusieurs gisements ont produit en deux périodes : c'est le cas de Prat Merien, de Kerler, du Vouëdec, de Rosglas. Dans l'ensemble, les gîtes ont eu une courte durée d'exploitation (au

TABLEAU VI. — *Production, en tonnes, d'uranium métal, des principaux gisements de la Division minière de Vendée (en 1986 et production cumulée au 1/01/1987). MS : Mine souterraine. MCO : Mine à ciel ouvert. (Données communiquées par la Division minière de Vendée).*

| | | | | | |
|--------------------|-------|---------------------|---|----------|---------------------|
| <u>COMMANDERIE</u> | | | <u>ROUSSAY</u> | | |
| - M.S. | 1986 | 142T à 1,74%. | - M.S. | cumul | 31T à 1%. |
| | | cumul | 1938T à 1,74%. | - M.C.O. | 1986 |
| - M.C.O. | cumul | 1180T à 1,28%. | | | 47T à 0,75%. |
| | | 183T en lixiviation | | cumul | 55T en lixiviation |
| Total | | 3301T | | cumul | 394T à 0,87%. |
| | | | - Total | | 204T en lixiviation |
| | | | | | 731T |
| <u>CHARDON</u> | | | <u>PEN AR RAN</u> | | |
| - M.S. | 1986 | 176T à 1,71%. | - M.S. | 1986 | 22T à 5,30% |
| | | cumul | 2141T à 2,18%. | | cumul |
| - M.C.O. | cumul | 524T à 1,18%. | | | 473T à 6,79% |
| | | 80T en lixiviation | | | |
| - Total | | 2745T | <u>DISTRICT DE GUERANDE</u> | | |
| | | | - M.C.O. sur divers points : | | |
| | | | (Pen ar Ran - Métairie Neuve - | | |
| | | | Cormier - Coispéan - Ker Credin - Tesson) | | |
| | | | | cumul | 90T à 1,82%. |
| <u>ECARPIERE</u> | | | <u>BEAUREPAIRE</u> | | |
| - M.S. | 1986 | 121T à 1,25%. | - M.C.O. | cumul | 170T à 0,40%. |
| | | cumul | | | |
| - M.C.O. | cumul | 2992T à 1,17%. | | | |
| | | 128T à 0,73%. | | | |
| - Total | | 3120T | | | |

maximum 13 ans, pour l'occurrence principale, Le Bonot ; 10 ans pour Kerler, en deux périodes ; 9 ans pour Rosglas, également en deux périodes ; mais moins d'un an pour les toutes petites occurrences de Roscorbel et de Locrio. Le minerai était transporté par camion à l'usine de traitement de l'Ecarpière.

Les effectifs de la SIMURA ont évolué de façon sensible en fonction de la conjoncture économique liée au cours de l'uranium : 1958-1962, plus de 100 personnes, avec de gros effectifs de recherche ; 1963-1975, 50 personnes, phase d'exploitation, ralentissement des recherches (cours en dépression) ; 1976-1982, 60 personnes, remontée des cours, reprise des recherches, poursuite des exploitations à teneur plus faible : 1982-1984, effectif en réduction, arrêt des exploitations en 1984 avec licenciement de 20 personnes. Au total, l'investissement d'origine a permis une activité minière régionale pendant un quart de siècle et, parallèlement, un réinvestissement dans l'industrie extractive de sablières en Bretagne. Actuellement, le groupe I METAL auquel appartient la SIMURA a souhaité se retirer de l'activité minière uranium et a cédé, à COGEMA, sa filiale Compagnie française de Mokta leader et gestionnaire de son patrimoine uranium. Depuis, une importante mission de recherche COGEMA, implantée à Pontivy intensifie ses travaux et ses campagnes de sondages. Il est certain qu'avec des budgets importants et une pugnacité constante, il sera encore possible de découvrir ici des minéralisations d'intérêt économique du même type que celles exploitées par la SIMURA, gisements à teneur honorable, mais de dimensions géométriques limitées.

Une petite production d'uranium a été localement obtenue lors des recherches effectuées autour des années 1955-60 par différentes compagnies privées (C.F.M.U., S.F.R.E., S.A.P.E.M...) en Bretagne septentrionale et centrale, en particulier sur les granites de Kersaint (Bohars...), Plouaret (Buhulien...), Quintin (Kernon...), Moncontour (Port-Martin...), Rostrenen (Trégarantec...). Les indices décelés sont nombreux, mais dans l'ensemble, encore mal connus (Mulot, 1971 a ; Chauris, 1984). De nouvelles prospections ont été entreprises depuis quelques années, en particulier sur les anciens permis de recherche et à leur voisinage (Keraveo près Belle-Isle-en-Terre ; environs de Saint-Michel-en-Grève...).

V. — UNE NOUVEAUTÉ BRETONNE AUX PREMIÈRES PLACES DANS LE MONDE : L'ANDALOUSITE.

La présence d'andalousite (silicate d'alumine) en quantité « prodigieuse » au sein des « Schistes d'Angers » (Ordovicien moyen), dans l'auréole occidentale du métamorphisme de contact du granite de Rostrenen, était connue depuis les travaux de Barrois (1885). Mais ce qui n'était qu'une curiosité minéralogique est devenu, depuis 1969, grâce au dynamisme de la Société Denain - Anzin - Minéraux, filiale du groupe Nord-Est, une importante matière première utilisée dans la fabrication de réfractaires à haute teneur en alumine (transformation en mullite à partir de 1450°). Avec le gisement de Guerphalès en Glomel, la Société Denain-Anzin - Minéraux s'est hissée à la deuxième place dans le monde, immédiatement après l'Afrique du Sud, pour la production d'andalousite.

La zone minéralisée s'étend sur une quarantaine d'hectares ; elle représente 4 à 5 millions de tonnes de réserves certaines et au moins autant de réserves probables. La teneur moyenne du minerai (schiste métamorphique) en andalousite est de l'ordre de 10 %. Le début de l'exploitation et de la mise en service de la première usine de traitement remonte à 1969. Deux nouvelles usines ont été installées respectivement en 1975 et en 1980 pour faire face à une demande croissante. La séparation de l'andalousite du schiste a nécessité la mise au point d'un traitement complexe dont les principales étapes sont : (1) broyage autogène à sec (usines A et C) ou en phase humide (usine B) ; (2) traitement électro-magnétique ; (3) séparation par liqueur dense. L'andalousite est commercialisée sous le nom de « Kerphalite » (du nom du village du Guerphalès) en deux qualités : KB, titrant 52,5 % d'alumine et KA, titrant 58,5 % d'alumine ; la teneur en fer est légèrement supérieure à 1 %. La kerphalite est livrée dans la granulométrie de base (0,3/1,6 mm) ou broyée. Environ 85 % de la production est exportée, dont 50 % sur l'Angleterre et la quasi-totalité du reste vers les autres pays de la C.E.E. Le tableau VII montre que, malgré la crise, la production augmente dans l'ensemble régulièrement, et a plus que décuplé en une quinzaine d'années. L'effectif (1987) est de 75 personnes.

Pour notre propos, le gisement de Guerphalès s'avère exemplaire à plusieurs points de vue : (1) Démonstration de la présence dans le Massif armoricain de matière première de haute valeur qui n'avait encore jamais été exploitée (et même soupçonnée sous l'angle économique !) ; (2) Trans-

TABLEAU VII. — *Gisement d'andalousite de Guerphalès (Denain-Anzin-Minéraux). Extraction et production d'andalousite (en tonnes) ; rendement en %.* (Données communiquées par la Société).

| ANNEE | MINERAI | K.B. | K.A. | EQUIVALENT K.A. | RENDEMENT |
|-------|---------|--------|--------|--------------------|-----------|
| 1970 | 32.894 | - | 3.253 | 3.253 | 9,89 |
| 1971 | 87.372 | - | 8.789 | 8.789 | 10,06 |
| 1972 | 51.997 | - | 5.280 | 5.280 | 10,15 |
| 1973 | 88.024 | 265 | 9.580 | 9.759 | 11,08 |
| 1974 | 93.437 | 2.525 | 8.020 | 9.852 | 10,54 |
| 1975 | 90.432 | 2.466 | 7.848 | 9.708 | 10,73 |
| 1976 | 203.183 | 3.580 | 15.724 | 18.131 | 8,92 |
| 1977 | 320.260 | 2.379 | 25.236 | 26.303 | 8,40 |
| 1978 | 317.730 | 2.145 | 31.050 | 32.582 | 10,26 |
| 1979 | 283.810 | 8.133 | 23.466 | 28.982 | 10,21 |
| 1980 | 415.898 | 11.800 | 30.250 | 37.725 | 9,07 |
| 1981 | 389.885 | 10.115 | 27.570 | 33.650 | 8,60 |
| 1982 | 411.000 | 13.360 | 28.590 | 37.605 | 9,15 |
| 1983 | 385.000 | 12.860 | 29.000 | 37.145 | 9,65 |
| 1984 | 450.800 | 12.900 | 31.100 | 43.550 | 9,66 |
| 1985 | 554.000 | 16.950 | 39.650 | 50.480 | 9,11 |
| 1986 | 494.000 | 12.900 | 38.000 | 46.175 | 9,33 |

formation de « statut » d'une roche « banale » (cornéenne à andalousite) promue au rang de « minerai » ; (3) Preuve de la compétitivité bretonne à l'échelle internationale, soulignée par la part prépondérante de la production dans l'exportation.

VI. — DES MINÉRAUX POUR L'AVENIR ?

Le cas de Guerphalès peut-il se renouveler et le Massif armoricain va-t-il produire - à moyen terme - des substances minérales encore inexploitées ? Si l'on met à part le cas des amas sulfurés polymétalliques à Pb - Zn - Cu (Ag) déjà envisagés et qui - selon toute probabilité - fourniront une réponse positive à la question posée (mais ici la matière première n'offre pas l'« originalité » de l'andalousite et, de toute façon, la part française dans la production des métaux de base restera marginale), connaît-on, dans l'ouest

de la France, d'autres concentrations minérales susceptibles d'être, à leur tour, promues au rang de minerais ? Le développement des besoins et les modifications de la conjoncture internationale ne pourraient-ils conduire ici à l'émergence de nouvelles formes d'exploitations minières ?

Les grès à rutile (titane) et à zircon (zirconium) répondent peut-être à la question. Une prospection systématique au scintillomètre, menée à bien par le B.R.G.M. (Mulot, 1969) le long des synclinaux paléozoïques du Massif armoricain, a révélé d'innombrables occurrences minéralisées en rutile et zircon, à la partie supérieure du Grès armoricain (Arenig) et, parfois, comme dans le Cotentin, à la base du Llanvirn et dans le Llandeilo -Caradoc. Les grès minéralisés sont constitués par un agrégat de minéraux à grain fin (quartz, zircon, rutile, anatase, monazite, tourmaline, ilménite...) dont le litage est souligné par la teinte rouge du rutile. Les grès offrent une texture sédimentaire comparable à celle de certains placers marins ; les minéraux lourds se sont sans doute concentrés sur les hauts de plages, sous l'influence des vagues. Les formations minéralisées sont souvent suivies sur de longues distances : dans le district de Bailleul, sur 13 km, avec des puissances de 3 à 6 m ; dans le district d'Acqueville, sur une vingtaine de km, avec une puissance d'environ 8 m. La radioactivité, due au thorium contenu dans le zircon, peut s'élever à 1.200 $\mu\text{R}/\text{h}$. à La Glacerie. Selon la nature de la minéralisation titanifère, deux types minéralogiques ont été mis en évidence : un type à rutile dominant (La Glacerie) ; un type à anatase dominant (Bailleul). Les concentrations en minéraux lourds sont parfois très élevées : à Bailleul, la teneur moyenne est de 15 % sur 3 m., avec localement 35 % ; dans cette localité, les grès minéralisés renferment jusqu'à 3 % de monazite ; à La Glacerie, 4 m. de puissance à 15 % de teneur moyenne, avec 50 % de teneur maximale (jusqu'à 17 % de zircon !). Les réserves potentielles sont immenses. Toutefois, jusqu'à présent, les tests de valorisation se sont heurtés à des difficultés technologiques de séparation économique (finesse du grain [$\sim 40 - 80\mu$] dans un matériau induré). Nul doute qu'il y a là une source très importante de titane et de zirconium (Guigues *et al.*, 1969 ; Faure, 1978).

Les alluvions fluviales riches en monazite nodulaire à europium (et autres Terres Rares) pourraient constituer un autre élément de réponse. Les prospections alluvionnaires du B.R.G.M. (Guigues *et al.*, 1969 ; Donnot *et al.*, 1973 ; Devismes, 1984) ont amené la découverte, dans le Massif armoricain, de multiples occurrences de monazite nodulaire de teinte grise (phosphate de Terres Rares), riche en europium, variété minéralogique jusqu'alors inconnue en France. Les nodules, observés en place dans les schistes de l'Ordovicien moyen où ils révèlent un épisode particulier de phosphato - genèse en milieu marin, ont pu être concentrés par l'érosion dans des flats (alluvions fluviales) où leur exploitation est envisagée. Les principales occurrences sont localisées dans une partie de la vallée de l'Aron, en Ille-et-Vilaine, où les teneurs oscillent entre 400 et 4000 g/m³. Un test d'exploitation a eu lieu près de La Monnerie. La teneur du tout-venant se situe entre 1,5 et 2,5 kg/m³.

Quelques formations rocheuses actuellement inutilisées pourront, peut-être ultérieurement, faire l'objet d'exploitation. Par suite de son abondance en granites de types variés, le Massif armoricain est potentiellement riche en feldspath d'intérêt économique. Dès à présent, le B.R.G.M. a reconnu un grand gisement de *feldspaths potassiques* à An Nivit, dans le granite de Rostrenen profondément arénisé (Guigues *et al.*, 1969). Les microclines épars dans l'arène peuvent être séparés par criblage (plus de 16 % de feldspaths récupérables). Les critaux qui contiennent des paillettes de biotite, doivent être purifiés par séparation électro-magnétique après broyage à 0,5 mm. Le feldspath traité titre 10,5 % de K_2O et 2 % de Na_2O . Les réserves de l'occurrence dépassent 500.000 tonnes de feldspaths. Les *albitites* métasomatiques mises en évidence dans des gneiss à l'ouest de Brest se caractérisent par leur blancheur, une très forte teneur en soude ($Na_2O > 11\%$ - $K_2O < 0,1\%$), et, souvent, par de basses teneurs en titane, fer et magnésium (Chauris, 1985). Elles offrent ainsi une composition comparable aux albitites du massif de l'Agly. Un puissant dyke d'*aplite sodique* leucocrate est connu à Tréguennec près de la baie d'Audierne, où il était naguère exploité pour l'empierrement. Outre sa richesse en feldspath albite, le filon présente des teneurs très anormales en étain, lithium, tantale. La finesse de la granulométrie et la complexité de la paragenèse exigeront des installations de séparation complexes.

VII. — RENOUVELLEMENT DES MÉTHODES DE PROSPECTION ET DES OBJECTIFS DE RECHERCHE.

Dans le passé, et jusqu'à une époque récente, les découvertes de gisements ont été souvent le *fruit du hasard*. Les exemples ne manquent pas dans le Massif armoricain. Le petit gîte d'étain de Piriac fut décelé en 1813 par M. de Guérande se rendant à la pêche... L'origine du gisement plombo-zincifère de La Touche remonte à la mise à jour, en 1878, d'une grande quantité de galène dans une carrière de quartz ; celle du gîte antimonifère du Semnon, en 1892, à l'ouverture d'une carrière. Le point de départ de la mise en évidence du district stanno - wolframifère de Saint-Renan, en 1956, fut la reconnaissance de scheelite, lors d'une prospection pour l'uranium, en vue de la détection de l'autunite à la lampe à ultra-violet (« mineralight »). Les premières occurrences de Grès armoricain à rutile et zircon furent décelées par des prospecteurs d'uranium, intrigués par des « grès radioactifs ».

De telles découvertes fortuites ne peuvent être encore exclues dans une région aussi voilée par le tapis végétal que l'ouest de la France. Toutefois, leur caractère aléatoire les empêche, à l'évidence, de tenir lieu de *programme de recherche* ! En fait, l'essentiel des grandes découvertes récentes a été le résultat d'investigations soigneusement préparées, facilitées par les progrès des méthodes de prospection et des connaissances géologiques. Ici, le *rôle des grands organismes a été déterminant*. Les succès remarquables obtenus si rapidement par le C.E.A. dans le Massif vendéen en constituent un exemple éclatant. Les inventaires systématiques poursuivis depuis une trentaine d'années par le B.R.G.M. ont renouvelé complètement nos connaissances gîtologiques dans l'ouest de la France et ouvert ainsi la voie à d'immenses possibilités dont l'examen - en fait à peine commencé - a

déjà abouti à de belles réalisations. La mise en évidence du gîte de Rouez par la S.N.E.A.P. constitue un exemple de prospection qui mérite de devenir « classique ». Les cas pourraient être multipliés.

Les prospections entreprises dans le Massif armoricain depuis les années 50 ont été soumises - tout au moins en première approximation - à des « modes » successives entre les années 50-58, le « rush » sur l'uranium lié aux granites, tant par le C.E.A. que par des sociétés privées (au nord de la Loire) ; à partir de 1957-58, à la suite de la découverte de Saint-Renan, ruée sur l'étain alluvionnaire conduite par le B.R.G.M. ; à partir de 1968, efforts axés sur les amas sulfurés polymétalliques liés aux complexes hydrothermaux sédimentaires, culminant en 1976 avec la découverte de Rouez. Depuis, les prospections paraissent dans l'ensemble plus diversifiées ; toutefois, au cours des toutes dernières années, elles s'orientent principalement vers la recherche de gîtes aurifères.

Il ne saurait être question dans un article de géographie économique de décrire les méthodes de prospections utilisées. Notre propos est ici simplement de souligner l'impact des techniques employées sur les résultats obtenus en prospection stratégique et tactique. (1). La *prospection à la batée*, ancienne méthode de recherche de la cassitérite, de l'or et, d'une manière générale, des minéraux lourds, réactivée dans le Massif armoricain par le B.R.G.M., a été couronnée de très beaux succès (Guigues *et al.*, 1969 ; Devismes, 1984). Par son prix de revient limité qui permet le prélèvement systématique de très nombreux échantillons « en lit vif » et par le nombre de minéraux déterminés dans chaque prélèvement, la technique du bateyage a renouvelé complètement nos connaissances minéralogiques et gîtologiques régionales. La méthode, essentielle pour la découverte des gîtes alluvionnaires, peut aussi jouer un grand rôle (par l'examen des éluvions) dans la mise en évidence des gîtes « primaires » ; la reconnaissance du champ filonien stannifère des environs de Plougasnou, au nord de Morlaix, constitue un bel exemple, parmi d'autres (Lulzac, 1970). Comme le soulignent eux-mêmes les promoteurs de la méthode en Armorique, « l'inconvénient majeur de la concentration au pan est incontestablement l'impossibilité de récupérer convenablement du minerai dont la dimension est inférieure à 0,1 mm ». (Guigues *et al.*, 1969). Le bateyage doit alors être relayé par d'autres méthodes. (2). La *prospection géochimique* des sols et des sédiments boueux du lit vif des ruisseaux (*stream sediment*) ne présente pas la limitation granulométrique inférieure qui handicape le bateyage. Elle exige des analyses « multi-éléments » en grande série et fournit par suite une masse énorme de données. La méthode est très utilisée par le B.R.G.M., en particulier pour la prospection des amas sulfurés où elle a obtenu de beaux résultats (Bodennec...). (3). La *prospection radiométrique* au scintillomètre est à la base de la recherche des gisements d'uranium. Elle a conduit dans le Massif armoricain à de très remarquables succès. Indirectement, elle a entraîné la découverte des grès radioactifs à zircon et rutile. (4). La *prospection aéromagnétique* a acquis ses titres de noblesse dans le Massif armoricain avec la mise en évidence du gisement de Rouez.

Ces différentes méthodes de prospection, accompagnées par diverses autres techniques, doivent être complétées par des travaux de reconnaissance plus ponctuels sur la cible elle-même (sondages percutants ou carottés qui, d'une

part évitent, dans un premier temps, d'avoir recours aux travaux miniers et d'autre part permettent, dans un second temps, l'emplacement judicieux des ouvrages souterrains toujours très coûteux). A ces différentes techniques désormais classiques s'ajoutent de nouvelles méthodes parmi lesquelles la télédétection spatiale, avec traitement des images, en pleine progression. Et ici, le « géographe appliqué » peut jouer un rôle déterminant...

Un laps de temps parfois très long peut s'écouler entre la découverte du premier indice et la reconnaissance d'un tonnage susceptible de conduire à une exploitation économique. Le cas de Coat-an-Noz est ici très significatif. La présence de wolfram avait été signalé pour la première fois en l'An III (1794) par le « citoyen Sage » à « Caëtanos ». L'indice, complètement perdu, n'était retrouvé qu'en 1957 (Chauris, 1957). Des travaux de reconnaissance étaient entrepris ultérieurement, en particulier de 1960 à 1971, puis en 1977, par le B.R.G.M. (rapports inédits de Lulzac). Et c'est seulement en 1985 que la S.N.E.A.P., à la suite d'une importante campagne de sondages carottés (11.000 m.), mettait en évidence un gîte exploitable du type « skarn » (Mirabail *et al.*, 1986).

La *découverte du gisement de Rouez* constitue, par contre, un exemple particulièrement instructif de rapidité et c'est sur lui que nous voudrions insister avant de conclure. Ici encore, nous empruntons l'essentiel des réflexions à Bernazeaud, (1981). L'histoire de la mise en évidence du gîte est exemplaire à différents points de vue (1). *Ensemble de décisions audacieuses* : rechercher dans le Massif armoricain des amas sulfurés dont on connaît l'importance économique au Canada, en Australie... ; explorer une région apparemment dépourvue de tout indice (l'est du Massif armoricain) ; utiliser au stade de la prospection stratégique, non des méthodes classiques, mais des techniques de pointe, en l'occurrence le procédé électro-magnétique « input » en prospection aéroportée. (2). *Rapidité de la découverte*. Après les premiers tests (en mai 1975), reconnaissance, dès la fin de 1975, d'une anomalie spectaculaire à proximité de Sillé-le-Guillaume : l'anomalie de Rouez, « comparable aux plus beaux enregistrements publiés de profils input » ; dès les premiers jours de 1976, vérification par contrôles au sol (tant géologiques que géochimiques et géophysiques, tous parfaitement concordants ; puis, implantation sur l'anomalie, du premier sondage qui recoupait 83 mètres de pyrite - pyrrhotite massive, avec blende, chalcopryrite et galène. (3). *Intérêt de la méthodologie utilisée*. Au niveau de la prospection stratégique, seule marque la géophysique aérienne. Le contexte géologique est si banal qu'il n'aurait certainement pas attiré l'attention des prospecteurs. Une campagne de géochimie alluvionnaire traditionnelle n'aurait pas décelé la présence du gisement.

Par ailleurs, la découverte dans une région insoupçonnée exclut toute tentative de sélection a priori de l'immense espace occupé par le Briovérien dans l'ouest de la France : ainsi s'ouvrait un champ étendu à de nouvelles prospections.

Enfin, postérieurement à la reconnaissance de l'amas de Rouez, les géologues se sont aperçus que la partie superficielle du gisement, oxydée, était déjà connue du temps de... Buffon, comme minerais de fer, et que la carte géologique à 1/80.000^{ème} de Mayenne indiquait ici la présence d'une

« ferrière » ! Les méthodes les plus avancées de prospection ne devraient pas conduire à négliger archives et données anciennes...

CONCLUSIONS.

L'examen des différentes substances exploitées dans le Massif armoricain - de l'Antiquité à nos jours - et des substances encore soumises à des travaux de prospection et de valorisation, conduit à des conclusions variées et nuancées - du point de vue des possibilités économiques futures - selon les éléments considérés.

. Parfois le métal est sur le chemin d'un déclin inexorable. Sans atteindre le stade de la disparition totale, son avenir paraît ici très limité et pour longtemps : c'est le cas douloureux du fer armoricain. La mine de Soumont dépend de l'avenir de la S.M.N. les minières de Rougé, de débouchés originaux - autres que la sidérurgie - et, par nature, de tonnage réduit.

. D'autres métaux pourraient continuer leur « carrière à intermittences » (cas de l'étain, de l'antimoine et de l'or), sans atteindre probablement un niveau élevé, sauf peut-être pour l'antimoine, dans le cas de nouvelles découvertes et surtout pour l'or avec la mise en exploitation du « Grand Rouez ».

. Certaines substances - actuellement en pleine expansion - sont encore promises à un bel avenir (cas du kaolin, de l'uranium et de l'andalousite). On remarquera que les deux dernières substances citées sont d'exploitation récente (depuis 1953 pour l'uranium ; depuis 1969 pour l'andalousite) et que *ces types de gisements restaient inconnus peu de temps encore avant leur découverte*. La consommation croissante en kaolin et la valorisation des sous-produits (muscovite, et peut-être, dans le futur gisement de la Villefoucré, cassitérite) ne feront qu'augmenter l'intérêt des gîtes.

. Enfin, plusieurs occurrences restent encore l'état de gisements potentiels : skarns à scheelite (W) de Coat-an-Noz ; amas sulfurés polymétalliques (Zn-Cu-Pb-Ag... couches à rutile (Ti) et zircon (Zr) du Grès armoricain ; placers à monazite avec Terres Rares (Eu...), tous considérés jusqu'à ces dernières années comme très rares, voire totalement insoupçonnés en Armorique.

A la question soulevée au début de ces réflexions : le passé minier du Massif armoricain est-il susceptible d'éclairer ses perspectives d'avenir, les réponses se dégagent donc d'elles-mêmes. L'extraction minière dans l'ouest de la France présente actuellement deux aspects opposés : d'une part un déclin impressionnant souligné par la fermeture successive de nombreuses et importantes mines de fer, mais d'autre part, et en même temps, de sérieux espoirs, soutenus par la croissance régulière d'extractions traditionnelles (kaolin), l'apparition d'exploitations nouvelles (uranium, andalousite) et l'ouverture - raisonnablement présumée - de gisements de substances encore insoupçonnées jusqu'à une date récente (amas polymétalliques...). Ainsi le passé minier de l'Armorique ne détient qu'une partie des clés du futur. S'y ajoutent les raisons suivantes : (1) épuisement des gisements anciens ou

difficulté de leur exploitation (cas des vieux gîtes filoniens plombo-zincifères du type Pont-péan) ; (2) ouverture, un peu partout dans le monde, de gisements riches, facilement exploitables qui constituent un handicap quasi-insurmontable pour certaines occurrences régionales (cas des gîtes de fer des synclinaux paléozoïques) ; (3) apparition de nouvelles techniques de prospection (cas des amas polymétalliques) ou de nouveaux besoins (cas de l'uranium, de l'andalousite, peut-être bientôt du titane et du zirconium...). A la géologie minière traditionnelle doit faire place une gîtologie prévisionnelle, guidée par une méthodologie adaptée vers des concentrations minérales jusqu'alors insoupçonnées, pour répondre aux besoins nouveaux. Et ici, toutes les potentialités sont ouvertes ! L'édification de la centrale nucléaire de Flamanville, à l'emplacement de la célèbre mine de fer de Dielette, abandonnée, est plus qu'un symbole : la preuve des mutations en cours...

A l'extrémité de l'Ancien Monde, l'évolution géologique, culminant dans l'érection de la chaîne hercynienne, a doté le Massif armoricain de grandes richesses minérales... mais les trésors étaient cachés. Aux différentes époques de son histoire, l'Homme a décelé peu à peu, les potentialités masquées dans le sous-sol. Dès l'Age de la Pierre, l'Armorique avait répondu « présent », grâce aux gisements de sillimanite et de pyroxénite ; « présent » encore à l'Age de Bronze, avec les alluvions stannifères ; « présent » toujours à l'Age du Fer, avec l'ouverture des minières, au haut Moyen Age avec le gîte de plomb de Plélauff... plus tard avec les riches mines d'argent du Huelgoat... « Présent » lors de l'ère industrielle moderne, avec les grands gisements de fer de Normandie et de l'Anjou ; au début du XX^{ème} siècle, avec la célèbre mine d'antimoine de La Lucette ; au milieu du XX^{ème} siècle, avec les remarquables découvertes « des prospecteurs en quête d'urane » ; enfin, à l'ère des substances nouvelles, avec l'andalousite de Guerphalès... « Présente », l'Armorique se devrait de l'être aussi au temps de la pétrochimie et de l'hydrométallurgie, avec l'édification d'un complexe industriel de dimension nationale sur le site de Rouez qui, à lui seul, dépasserait - et de loin - toutes les productions cumulées de l'ouest de la France en zinc, cuivre, plomb, argent et or...

Le nom de Rouez est revenu à maintes reprises dans notre exposé dont il apparaît un peu comme le leit-motiv. L'ancienne minière de Buffon aurait sans doute à jamais disparu sous les pâtures de la Sarthe sans les initiatives audacieuses d'une équipe jeune résolument tournée vers l'avenir (Bernazeaud, 1981). Ici, le passé a été totalement dépassé et l'avenir était, véritablement, imprévisible...

BIBLIOGRAPHIE

- AYE F. (1978). Les gisements à zinc-plomb-cuivre-argent de Bodennec et Porteaux-Moines. *Chr. Recherche minière*, n° 445, p. 47-69.
- BARROIS Ch. (1885). Le granite de Rostrenen, ses apophyses et ses contacts. *Ann. Soc. géol. Nord*, 12, p. 2-119.
- BEAUJOUR A., GORICHON A., et GUIGUES J. (1978). La reconnaissance détaillée des gisements volcano-sédimentaires Pb-Zn-Cu-Ag. L'exemple de Bodennec. *Chr. Recherche minière*, n° 445, p. 33-46.

- BELLANGER (1911). Note sur un nouveau gisement aurifère en Anjou. *Ann. des Mines*, 10, 20, p. 447-452.
- BERNAZEAUD J. (1981). Introduction à la connaissance actuelle du gisement sulfuré massif de Rouez : sa découverte, son avenir. *Chr. Recherche minière*, n° 458, p. 5-11.
- BERTRANEU J. (1978). Les minéralisations volcano-sédimentaires armoricaines. *Chr. Recherche minière*, n° 445, p. 7-10.
- BRIARD J. (1965). *Les dépôts bretons de l'Age du Bronze atlantique*. Tx du Labo. d'Anthropologie préhistorique, Fac. Sc., Rennes, 356 p.
- CAILLAUX A. (1875). *Tableau général et description des mines métalliques de France*. Paris.
- CHAMPAUD C. (1955). Notice sur trois types d'outils gallo-romains retrouvés dans l'exploitation minière d'Abbaretz (Loire-Inférieure). *Ann. Bretagne*, LXII, p. 293-299.
- CHAURIS L. (1957). Présence de wolfram à Coat-an-Noz près de Belle-Isle-en-Terre (C. du N.). *C.R.Ac.Sc.*, T.245, p. 2331-2333.
- CHAURIS L. (1981). Une province stannifère : le Massif armoricain (France). *Chr. Recherche minière*, n° 462, p. 5-42.
- CHAURIS L. (1984). Les occurrences uranifères associées à la ceinture batholitique médio-armoricaine (France). *109^{ème} Congr. nat. Soc. sav.*, Dijon, Sc. fasc. I, p. 51-62.
- CHAURIS L. (1985). Premières données géochimiques sur les albitites métasomatiques des environs de Brest (Finistère, France). *Bull. Soc. géol. Fr.*, 8, I, p. 885-889.
- CHAURIS L. (sous presse). Exploitations et recherches minières abandonnées : un aspect peu connu de l'environnement en Bretagne. *Penn ar Bed*, Brest.
- CHAURIS L. et GUIGUES J. (1969). *Gîtes minéraux de la France. Vol. I. Massif armoricain*. Mém. B.R.G.M., n° 74, 96 p.
- DAVY L. (1897). Une ancienne mine d'étain entre Abbaretz et Nozay (L-I). *Bull. Soc. Sc. nat. de l'ouest de la France*, 7, p. 281-296.
- DEVISMES P. (1984). *La détermination rapide des minéraux lourds des alluvions et des roches*. Thèse Doct. Univ., U.B.O., Brest, 74 p.
- DONNOT M., GUIGUES J., LULZAC Y., MAGNIEN A., PARFENOFF A., PICOT P., (1973). Un nouveau type de gisement d'europium : la monazite grise à europium en nodules dans les schistes paléozoïques de Bretagne. *Miner. Deposita*, 8, p. 7-18.
- FAURE P. (1978). *Les grès à rutile et zircon du Massif armoricain*. Thèse Doct. Ing., Paris.
- GOUIN (1966). *Synthèse des connaissances acquises sur les minerais de fer du Finistère, des Côtes-du-Nord et du Morbihan*. Rapport B.R.G.M.
- GUIGUES J. (1978). Histoire de la découverte des gisements Pb-Zn-Cu-Ag armoricains. Méthodologie de la prospection. *Chr. Recherche minière*, n° 445, p. 11-32.
- GUIGUES J. et DEVISMES P. (1969). *La prospection minière à la batée dans le Massif armoricain*. Mém. B.R.G.M., n° 71, 172 p.
- ICART J.C. et SAFA Ph. (1981). Rouez : Environnement géologique et minéralisation. *Chr. Recherche minière*, n° 458, p. 12-32.
- LAUNAY L. de (1913). *Gîtes minéraux et métallifères*. 3 vol. Paris.
- MIRABAIL H. et TERREEE Ph. (1986). *Le gisement de tungstène de Coat-an-Noz (Côtes-du-Nord)*. Coll. Gis. de tungstène, Toulouse, 1986, inédit.
- LULZAC Y. (1970). *Les filons cupro-stannifères du Pays de Lanmeur (Finistère)*. Etude gîtologique. Rapport B.R.G.M.
- MONANGE E. (1976). *Une entreprise industrielle au XVIII^{ème} siècle. Les mines de Poullaouen et du Huelgoat (1732-1791)*. U.B.O., Brest, 2 vol.
- MULOT B. (1969). *Inventaire des gisements de grès à zircon et rutile du Massif armoricain*. Rapport B.R.G.M.

- MULOT B. (1971 a). *Atlas-guide des gisements et indices uranifères dans le département des Côtes-du-Nord*. Rapport inédit, 43 p.
- MULOT B. (1971 b). *Atlas des occurrences d'or dans le Massif armoricain*. Rapport inédit, 105 p.
- PUZENAT L. (1939). *La sidérurgie armoricaine*. Mém. Soc. géol. et minér. Bretagne, 400 p.
-