

Les progrés de la Géologie en Espagne depuis cent ans

par

Paul Fallo t

MONSIEUR LE PRESIDENT,
MESSIEURS LES ACADEMICIENS,
MESSIEURS LES DELEGUES ETRANGERS,

Nul exorde, pour éloquent qu'il soit, ne saurait répondre à l'extraordinaire honneur que m'a fait l'Académie Royale des Sciences Exactes, Physiques et Naturelles en m'accordant la parole au cours de cérémonies qui ne se répéteront que dans un siècle. Et cet honneur pèse d'un poids si lourd que je ressens cruellement ma faiblesse devant le vaste et magnifique sujet qui m'est confié.

Vous avez, Messieurs, en chageant un étranger de brosser le tableau du développement des connaissances géologiques en Espagne, donné, une preuve nouvelle de cet esprit noble et chevaleresque qui est si profondément ancré dans vos traditions. Vous n'avez pas voulu vous livrer vous-mêmes à cet examen parceque la rigueur des faits l'eût fait paraître à votre éloge. Par esprit scientifique autant que par délicatesse, vous avez pensé que les grandes œuvres comme les grands tableaux doivent être vues de loin, et que d'outre-frontières, une perspective impartiale rendra plus exactes les proportions de l'ensemble.

Pour répondre à l'honneur que vous me faites, il faudrait plus de science et de talent que je n'en puis mettre à votre service. Mais la grandeur du sujet fera disparaître, esperons-le, la modeste personne de l'interprète. Aussi bien, ses sources seront-elles pour une large part les discours magistraux de D. Manuel Fernández de Castro, D. Agustín Marín, D. Primitivo Hernández Sampelayo, qui résonnèrent dans cette enceinte.

Chaque peuple a son génie. Chaque race a son orientation propre de pensée. L'Espagnol, même du peuple, parce que son sous-sol est riche, eut toujours une préférence pour la recherche minière. Comme le mit admirablement en lumière D. Agustín Marín, c'est par l'art des mines que débuta



rent, dans le monde et surtout dans la Péninsule, les premières recherches géologiques—et naturellement celles de Minéralogie.

La Minéralogie débute la première, et nous trouvons dès le XVIII^e siècle, parmi les correspondants de notre Académie des Sciences de Paris, D. Andrés del Río, minéralogiste, né à Madrid le 10 novembre 1765, mort à Méjico en 1849.

Au vrai, un moine génial, le P. Torrubia, avait publié déjà en 1745 son *Aparato para la historia natural española*, où il décrit les terrains et figure, en 14 planches, les fossiles des environs de Molina de Aragón. Mais il venait trop tôt et son oeuvre n'eut pas d'écho.

La Géologie elle-même commence, mêlée à beaucoup d'autres choses, à prendre sa place en vertu de la Real Orden de S. M. Carlos III créant à Almadén un Séminaire royal, embryon de ce qui sera plus tard l'Ecole des Mines. Vers la même époque, une Ecole des Mines avait été fondée en 1775 à Méjico. L'Académie des Mines de Freyberg n'existe alors que depuis dix ans : l'impulsion créatrice de votre grand roi était à la fine pointe du progrès.

Par la suite vint la création d'une Direction Générale des Mines, puis du Corps des Mines, enfin d'une Ecole fondée par Isabel II, dont un règlement de 1836 fixait les ordres d'enseignement : Minéralogie, Géognosie, Exploitation des Mines, etc.

Déjà en 1828 Elhuyar, Directeur général des Mines, avait proposé et obtenu que cinq ingénieurs, parmi lesquels D. Joaquín Ezquerra del Bayo, soient envoyés à Freyberg pour faire une enquête sur l'art des mines et la géologie non seulement en Saxe mais en d'autres pays.

Le progrès suivait en Espagne la même courbe qu'en France, où Élie de Beaumont et Dufrénoy venaient de mener en Angleterre la même enquête pour en appliquer les enseignements à leur pays. A son passage en France, Ezquerra avait noué des relations scientifiques qui s'étendirent par la suite. En 1845, il devait y publier sur le Tertiaire du Centre de l'Espagne la première Note signée par un Espagnol dans le *Bulletin de la Société Géologique de France*.

Dans tous les grands pays d'Europe le mouvement géologique prit vite de l'ampleur. Aux ingénieurs s'adjointirent des chercheurs indépendants et des universitaires.

Mais en Espagne plus qu'en France, en ces débuts ce sont surtout des mineurs qui brillent au firmament géologique : Elhuyar, Ezquerra del Bayo, Schulz, Donayre, Botella... et tant d'autres que nous évoquerons ensuite.

Quant aux naturalistes, s'ils sont moins nombreux leurs noms sont dès le début de grands noms : Vilanova, Calderón, Macpherson, que beaucoup d'autres suivirent.

«C'est à la fondation de l'Ecole des Mines, qui compte environ vingt années d'existence—écrit de Verneuil en 1855—qu'il faut faire remonter le principe du

mouvement qui s'est déclaré depuis et auquel on doit attribuer en 1847 la création d'une Académie des Sciences et plus tard celle d'une Commission chargée d'executer une carte géographique et géologique de la province de Madrid et la carte générale du Royaume.» Avec la permission des mânes de ce grand géologue, je dirai plutôt que les deux créations procèdent de la même impulsion que donnait alors D.^a Isabel II, grande reine dont l'effigie préside à vos réunions et dont l'esprit continue, après cent ans, à inspirer vos doctes travaux.

Le général D. Francisco Luxán, Académicien fondateur depuis 1847, avec la médaille 17, prit la présidence de la Commission avant de devenir l'un des ministres les plus distingués de la Reine. Casiano de Prado eut la direction de la partie géologique. On leur doit les premiers essais de cartes géologiques de la province de Madrid et de celle de Ségovie. Le premier Mémoire de la Comisión del Mapa sortit en 1852 sous la signature de Luxán.

L'Académie des Sciences publia aussi un Mémoire de Luxán sur la géologie et la géographie d'une partie des provinces de Badajoz, Sevilla, Toledo et Ciudad-Real. Le même volume contient l'ébauche d'une description générale de la structure de l'Espagne par D. Joaquín Ezquerra del Bayo, Inspecteur général des Mines et l'un des membres fondateurs de cette Académie où il fut nommé, le 4 mars 1847, par la Reine. Peu après, en 1854, dans un nouveau volume, ce savant, qui fut avec Casiano de Prado et Paillete le promoteur de la Paléontologie en Espagne, donnait un Tableau général des êtres organisés fossiles découverts en Espagne, reprenant ainsi après un siècle l'oeuvre commencée par le P. Torrubia. Il appela l'attention sur les vertébrés fossiles du Tertiaire madrilène, dans le temps où ses deux collègues, ayant découvert dans les Asturias et le royaume de León de belles faunes du Dévonien, donnaient occasion à d'Archiac et de Verneuil de publier deux importantes Notes à la Société Géologique de France.

Ainsi, dès le milieu du XIX^e siècle, voyons-nous naître entre géologues espagnols et français une collaboration amicale qui va se poursuivre durant des générations.

La participation de géologues étrangers aux recherches avait d'ailleurs déjà débuté auparavant. De 1834 à 1835 Silvertop avait donné trois Notes à la Geological Society of London sur le Tertiaire de Grenade, Murcie et Baza ; l'allemand J. F. L. Haussmann avait publié en 1830 puis en 1841-43 deux Mémoires sur la constitution géologique de l'Espagne puis sur les montagnes de la Sierra Nevada et de Jaén ; comme pour les ingénieurs français Le Play (1834) et Lan (1857), ce ne furent que contributions épisodiques. Schultz, lui, né en 1800 en Allemagne, vient très jeune en Espagne. Mais s'il est de sang germanique, il est très vite devenu espagnol. Après avoir servi sous les armes il va devenir le pilier de la géologie espagnole. Dès 1834, il

publie sa *Descripción geognóstica del Reino de Galicia*, avec la première carte géologique qui ait embrassé un territoire étendu de la Péninsule.

Durant ces débuts et jusque vers 1865, tous ces travaux fragmentaires, tous ces ouvrages régionaux, recensent peu à peu les formations qui règnent en Espagne. Mais l'agencement d'ensemble des terrains est encore inconnu. L'inventaire d'une si vaste surface et de régions si diverses n'est pas encore méthodique. On procède selon les nécessités du moment. Et ces nécessités sont indiquées d'abord par les Hommes d'Etat.

La création des voies ferrées est à l'ordre du jour. Le Gouvernement décide de faire l'inventaire des bassins miniers qui devront être reliés au réseau en voie d'établissement. Au printemps 1855 il désigne trois commissions à cet effet. L'une composée de Casiano de Prado et Aldana est envoyée dans la province de Palencia ; l'autre dirigée par Ramón Pellico—à qui de Verneuil dédiera une espèce de *Spirifer*—fait une carte du Houiller d'Espiel et de Bélmez ; Amalio Maestre, à la tête de la troisième, étudie les gisements de combustible de San Juan de las Abadesas, en Catalogne.

C'est l'équipe de Casiano de Prado qui aboutit aux plus importants résultats. Elle met en évidence les massifs granitiques de la Galice, l'extension du Dévonien et du Carbonifère. En outre Casiano de Prado, infatigable, prépare aussi une carte géologique des provinces de Palencia et Valladolid, puis en 1855, dans une Note à la Société Géologique de France, il apportera la preuve, par la découverte de Graptolithes, que les quartzites imprégnés de mercure d'Almadén sont siluriens. En 1865, alors qu'il sera Surintendant des Mines de Río Tinto et d'Almadén, votre Compagnie l'appellera dans son sein ; ce sera le premier géologue titulaire de la médaille 30.

Pellico, lui, poursuit ses recherches depuis Bélmez vers l'Ouest et atteint le Portugal où il établit la liaison avec la région de Coimbra, où C. Ribeiro et Sharpe viennent de décrire le Silurien. En 1861, il était déjà entré dans cette enceinte avec la médaille 7.

Pendant ce temps, Federico de Botella y de Hornos étudie la géologie du royaume de Valence.

Son Mémoire paraît dans une publication privée, la *Revista Minera*, créée, dirigée, financée avec succès par Ramón Pellico et Naranjo y Garza, Académicien depuis le 23 janvier 1856 (médaille 38). Il en forme le tome V. Le Gouvernement, saisissant l'occasion de marquer l'intérêt qu'il ne cesse de porter à cette vaste enquête géologique, charge alors Botella de faire en trois ans une carte détaillée du royaume de Valence. Peu après, en 1868, cet éminent ingénieur donnera sa vaste description géologique et minière des provinces de Murcia et Albacete, description d'ailleurs beaucoup plus minière et industrielle que géologique.

En 1859 paraît le premier ouvrage important d'un universitaire, Juan

Vilanova. C'est, publiée par cette Académie, la *Memoria geognóstico-agricola de la provincia de Castellón*.

En 1863, suivra sa description géologique de la province de Teruel. Et c'est le 2 mars 1874 que la Real Academia l'élira et lui confiera la médaille n.^o 2.

Pour que les documents ainsi accumulés de toutes parts portent leurs fruit, il faut les intégrer dans une vue d'ensemble.

On en sent le besoin dès 1850, et Ezquerra del Bayo tente une première esquisse géologique. Mais c'est un balbutiement.

Amadio Maestre prépare à son tour une carte. En même temps, de Verneuil et Collomb sortent après quinze ans de travail leur *Carte géologique de l'Espagne et du Portugal au 1/2.000.000* qui, parue en 1864, subira dès 1868 une refonte par E. Favre, en ce qui concerne l'Andalousie.

Comment se présente cette première carte d'Espagne?

On y distingue le granit et le gneiss qui lui est plus ou moins directement associé. Le Silurien, l'un des terrains les plus développés, est réparti du Nord au Sud, de la Galice et des Asturies à la province de Huelva. Il apparaît aussi dans la Chaîne Ibérique, du Moncayo à Montalbán. Le Dévonien n'est alors connu que sur les deux versants de la Chaîne Cantabrique, dans la Sierra Morena, au Nord et au Sud d'Almadén, puis en quelques points à l'Est du Guadarrama, entre Sigüenza et Atienza, ainsi que vers Hinarejos. Le Carbonifère apparaît sur ces cartes vers Espiel et Bélmez, mais surtout dans les Asturies, la province de Palencia et celle de León. Déjà, l'on peut y séparer le Houiller fertile du Carbonifère inférieur.

Et déjà ressort aussi un fait important: la distinction des couches à charbon ou lignite qui sont secondaires comme à Montalbán-Utrillas, oligocènes comme à Calaf, ou miocènes, comme à Alcoy, et qui s'avèrent donc tout à fait différentes du Houiller.

Un trait essentiel apparaît aussi: le caractère métamorphique de la série qui règne de Mazarrón à Estepona, par la Sierra Nevada. Et avec une présence remarquable, de Verneuil colore comme appartenant au Trias les dolomies et calcaires qui accompagnent ce métamorphique, supposé paléozoïque, soit dans la Sierra de Gador, soit aux abords de la Sierra Nevada.

Le Tertiaire est divisé en marin et lacustre. Les massifs volcaniques récents se révèlent en trois grandes régions: Nord de la Catalogne, Ciudad-Real et Cap de Gata.

Les régions naturelles s'individualisent. L'Ouest surtout, formé de vastes formations cristallines, ressort de toute la masse de ses larges affleurements. L'Est, où l'orogénie tertiaire a joué, offre des contours plus comple-

xes. Mais l'on voit déjà s'ébaucher le visage âpre, grandiose et harmonieux de la Péninsule.

* * *

Après cette première vue générale le temps est venu des monographies plus détaillées, des études plus complètes. Et c'est à ces travaux que s'attachera principalement la Comisión del Mapa Geológico de España pour réaliser un nouvel effort dont la carte au 1/400.000, publiée de 1889 à 1893, sera le fruit.

Toutefois dans la production des géologues officiels espagnols il y a, auparavant, une période de ralentissement. Les circonstances ne sont pas propices aux publications scientifiques. De grosses difficultés budgétaires paralySENT les efforts.

Dans la période qui s'achève vers 1865 les quelques ingénieurs espagnols formant la Comisión ont fourni un grand travail, un travail immense, mais le Rapport imprimé par F. de Castro en 1874 et qui donne une vue rétrospective très complète des progrès de la Géologie en Espagne jusque vers 1872, met en lumière, dans le fruit de ce labeur, l'énorme proportion des études, rapports et expertises ayant pour objet les mines, comme aussi les difficultés matérielles du moment.

En 1859, nous dit Fernández de Castro, la Comisión fut sur le point d'être dissoute. «Un seul de ses ingénieurs pouvait s'occuper de recherches géologiques. Il avait réalisé néanmoins cet effort suprême de poursuivre en neuf ans l'études des provinces de Madrid, Ségovie, Valladolid et Palencia, de réunir en outre des données sur celles de León, Avila, Guadalajara et Tolède...»

En fait, la Comisión ne fut point supprimée. Au contraire elle fut réorganisée en partie, dans le cadre de la Junta General de Estadística, qui, disposant de plus de crédits, rendit possible la publication de divers Mémoires sur les provinces des Asturias, de Madrid (A. Maestre, 1862), d'Avila et de León (Casiano de Prado, 1863).

Durant la dure période de 1868-70 le fléchissement des crédits paralyse encore le service, gravement touché depuis 1866 par la mort de Casiano de Prado.

Et ici je voudrais évoquer un trait de délicatesse qui, à la fois, honore son auteur et appauvrit la science. D. Felipe Bauzá, qui avait effectué à ses frais de longues recherches dans les quatre provinces de Catalogne, ne voulut pas, par discrétion, prendre sur les maigres disponibilités de la Comisión qu'il présidait alors, pour publier ses travaux personnels.

Du fait des compressions budgétaires subies par la Comisión, de 1866 à 1870 les publications sur la géologie de l'Espagne émanent surtout de géologues privés, espagnols ou étrangers.

Coquand, sur des matériaux recueillis antérieurement, publie ses monographies sur l'Etage aptien d'Espagne (1865, 1867, 1868), sur le Jurassique supérieur dans la province de Castellón, sur le Crétacé de la province de Teruel ; de Verneuil et de Lorière, sur le Néocomien d'Utrillas (1868). En Espagne même, J. J. Landerer qui aborde l'étude des mêmes formations en leur donnant le nom de «Tenéncico» (1872-74), Macpherson avec son *Bosquejo geológico de la provincia de Cádiz* transmettent le flambeau. Ce sont, comme Vilanova, des universitaires. J'eus l'honneur de saluer encore Landerer en 1921 dans la province de Tarragone. Dirigeant sa pensée vers des sphères plus élevées, il s'adonnait alors à l'Astronomie mais demeurait très au courant des travaux géologiques.

* * *

Avant de poursuivre cet examen des progrès de la Géologie, permettez-moi de citer, pour la période qui s'achève par la réorganisation de la Comisión del Mapa Geológico, quelques ouvrages spéciaux, d'autant plus remarquables qu'ils tracent, cent ans à l'avance, la voie à la géologie de guerre.

Alors que la première application de cette science date du siège de Port-Arthur, alors que les armées allemande, anglaise et américaine n'organisèrent de Services géologiques militaires qu'en 1916-18, et les autres pays à la dernière guerre, les auteurs militaires espagnols prévoient très tôt la valeur de la connaissance géologique du terrain pour la conduite des opérations.

Déjà en 1819 le brigadier D. Juan Sánchez Cisneros dans ses *Elementos sublimes de geografía física aplicados al arte de la guerra* soulignait l'importance qu'il y a pour un général à connaître non seulement le relief mais la consistance et les propriétés des formations sur lesquelles il fera évoluer, stationner, ou résister ses troupes. «La géographie physique, dit-il, est la géognosie elle-même.»

En 1863, D. Carlos Ibáñez, alors colonel du Génie, et qui deviendra pour ses travaux géodésiques Marqués de Mulhacén, membre de cette Académie (médaille 20) et correspondant de l'Academie des Sciences de Paris, le Colonel Ibáñez, dis-je, insiste sur les mêmes vérités dans son ouvrage *El arte de la guerra y las ciencias físico-matemáticas*. Le colonel du Génie D. José Almirante en 1868 consacre le chapitre XVI de son «Guide de l'Officier en campagne» à montrer les connexions qui relient la géologie à l'art de la guerre. Enfin, le colonel du Génie D. Angel Rodríguez de Quijano y Arroquia publie en 1871 *La geología y la guerra* pour montrer combien cette science est appelée à jouer un rôle au point de vue non seulement tactique, mais stratégique dans les guerres futures.

Son ouvrage fut traduit en français par le capitaine d'Etat-major A. Joly en 1876.

Depuis le brigadier Sánchez Cisneros, il aura fallu près d'un siècle pour

que les Etats-majors étrangers suivent la voie tracée par ces précurseurs espagnols.

* * *

Après cette évocation, revenons, Messieurs, à la géologie pure et reprendrons en l'évolution à partir du moment où, en 1872, la réorganisation de la Comisión del Mapa Geológico de España se traduit par une nouvelle et féconde impulsion.

Le premier volume de son Bulletin, paru en 1874, comporte, sous la signature de Fernández de Castro, cet examen des résultats passés dont j'ai déjà parlé et une vue d'avenir d'une pensée ferme et élevée dont P. H. Sampelayo souligna récemment l'importance. Nous assistons avec un décalage de six ou sept ans à une évolution identique à celle qui a lieu France mais qui, ici, se poursuivra selon des voies proprement nationales. Elie de Beaumont, premier chef du Service de la Carte géologique de France, s'entoure d'un petit Etat-major d'ingénieurs des Mines, seuls personnages officiellement qualifiés pour lever et rédiger la Carte géologique. D. Manuel Fernández de Castro, qui sera des vôtres en 1876 et héritera de la médaille 7 de Pellico, a, de même, sous ses ordres cinq ingénieurs dont les noms vont devenir célèbres : Donayre, qui vient alors de publier la description physique et géologique de la province d'Avila ; Botella, qui sera bientôt en 1877 titulaire de votre médaille 33, et dont l'activité antérieure à déjà été mentionnée ; Monreal ; et surtout D. Daniel de Cortázar et D. Lucas Mallada, de qui la réputation ne tardera pas à franchir les frontières.

C'est par eux que débute la pléiade des plus grands géologues espagnols.

Ces maîtres et leurs élèves et successeurs seront essentiellement—en dehors de leurs préoccupations minières—des stratigraphes, et aussi, plus tard, des pétrographes.

Aussi bien ne sera-ce qu'en Suisse, en France, à un moindre degré en Angleterre, que, dans le troisième quart du siècle, l'on commencera à se préoccuper de tectonique. Ailleurs, c'est encore l'orientation stratigraphique qui prime tout, et particulièrement en Espagne.

Du reste, le nombre des «vocales» de la Commission est assez réduit. La tâche est immense, et les difficultés sont plus grandes qu'en d'autres pays par le fait que la carte topographique est fort médiocre.

Le fond sur lequel peuvent travailler les géologues est représenté soit par des cartes au 1/500.000, soit par la carte au 1/400.000 sans niveling ni figuration du terrain. D. Francisco Coello publie, au vrai, depuis 1848, avec une admirable ténacité, ses cartes des provinces au 1/200.000 avec figuré du terrain, mais ces documents sont insuffisants pour du travail géologique soigné. Au début et jusqu'au xx^e siècle, la difficulté est paralysante. Et c'est à cause de cette impossibilité de soigner des contours, d'exprimer les intersections

des assises avec la vraie surface topographique, que les géologues espagnols ont dû se confiner si longtemps dans la stratigraphie et se contenter de construire des profils schématiques.

A partir des alentours de 1874 la marche des recherches s'accélère. Celles-ci, dans la plupart des cas, aboutissent à des Mémoires d'ensemble relatifs à des provinces déterminées et illustrés de cartes limitées aux frontières provinciales. Et c'est dans ces ouvrages que l'on voit apparaître les grands noms de Daniel de Cortázar et Lucas Mallada.

Si le temps m'interdit de m'arrêter sur tous les géologues qui le mériteraient, vous me permettrez, Messieurs, d'évoquer cependant ces deux grandes figures. Mallada, né en 1841, ne fut pas seulement ingénieur éminent et explorateur passionné de la terre espagnole. Il fut un stratigraphie perspicace, un paléontologue de rare mérite et un grand écrivain. En dépit de ses autres charges, il publia une *Sinopsis de las especies fósiles de España*, conçue à la manière de la *Paléontologie française* de d'Orbigny. Et si l'ouvrage s'est interrompu au troisième tome, il n'en est pas moins précieux à la fois en lui-même et par le témoignage qu'il apporte de l'extraordinaire puissance de travail de son auteur. Mallada, qui reçut, ici, le 1^{er} juillet 1895 la médaille 7 que venait de vous rendre la mort de Fernández de Castro, Mallada, dis-je, passe pour avoir eu le caractère vif. Je ne l'ai connu que bienveillant et aimable, et c'est avec infiniment de reconnaissance et de respectueuse admiration que j'évoque son accueil vers 1912, les heures passées dans les Collections de la Calle de Isabel la Católica, ses conseils aussi cordiaux que savants—and aussi de longues promenades nocturnes dans ce Madrid d'autrefois dont il connaissait et aimait tous les aspects, tous les mystères, tous les charmes, évoquateurs d'une histoire qu'il savait par le menu et commentait avec humour et mélancolie. Ce grand géologue dont le nom ennoblit un des Instituts du Consejo Superior de Investigaciones Científicas, mourut en 1921, à quatre-vingts ans.

Cortázar (1845-1927) était de peu son cadet. Cultivé, l'esprit et la parole clairs, le pas décidé, il travaillait vite. Il sut non seulement mener des investigations sur le terrain, mais participer à la vie publique qui le porta à des postes élevés. Ingénieur des Mines, cela va sans dire, Licencié en Droit, Avocat, membre de cette Académie, puis de celle de la Langue, Président du Conseil des Mines et de la Comisión del Mapa, correspondant de la Geological Society of London, il fut longtemps sénateur pour l'Académie, dont il était membre depuis le 9 avril 1883 avec la médaille 11.

Je conserve pieusement quelques lettres de lui, où transparaissent sa bonté, sa bienveillance, son souci de susciter l'enthousiasme des chercheurs et de les aider, fût-ce en la personne des plus modestes d'entre eux.

Ces deux savants détiennent durant la seconde moitié du xix^e siècle la palme des investigations sur le terrain.

Cortázar débute par la description du Nord de la province d'Almería (1874), puis par l'étude de la province de Cuenca (1875). Suivront ensuite celles de Valladolid (1877), Ciudad-Real (1879), Valencia (1882) avec Pato, Teruel (1885).

Mallada, lui, après avoir, en 1876, donné avec Egozcue une description de la province de Cáceres, aborde les Pyrénées par la province de Huesca en 1879, puis décrit les provinces de Córdoba (1880), Navarra (1882), Jaén (1884), Tarragona (1890).

Cadence de travail affolante si l'on songe à la surface de chacun de ces territoires, aux conditions matérielles des recherches, au fait que, sauf en de rares régions, tout est encore inconnu, que chaque horizon est à dater, chaque faciès à définir pour la première fois.

Ces investigations rapides n'apportent pas de découvertes sensationnelles dans l'ordre des idées générales. On n'en tire pas de vues théoriques extraordinaires. Mais, bien mieux, peu à peu, à chaque œuvre nouvelle, c'est un trait nouveau du visage de la Patrie espagnole qui sort des lèvres.

Les compagnons de ces travailleurs forcenés ne peuvent suivre un tel train. Toutefois ils emboîtent le pas. En 1872 Macpherson—universitaire—a publié la description de la province de Cádiz. En 1873 Donayre avait donné un Mémoire sur celle de Zaragoza. En 1875 l'étude de la province de Lérida amorce les travaux fondamentaux de L. M. Vidal. En 1876 paraissent les descriptions des provinces de Cáceres par Egozcue, qui sera Académicien en 1890 avec la médaille 23 ; des Provinces Basques par Amilio Maestre, qui étaia mort en 1872. En 1877 achèvent de paraître les premières description de Domingo de Orueta sur la province de Málaga (1873-77). 1879 voit sortir, outre le travail de Cortázar sur Ciudad-Real, la description de la province de Badajoz par Gonzalo y Tarín, celle du NW. de Guadalajara par Palacios. En 1880 s'éditent la description de Salamanca par Gil y Maestre et celle d'Ibiza par L. M. Vidal et Molina. En 1881 c'est le tour de la province de Granada par Gonzalo y Tarín, de celles de Barcelona par Maureta y Thos, de Guadalajara, par Castel. En 1882 Botella publie l'étude de la province d'Almería, puis en 1883, Puig, celle de Zamora. En 1884 c'est le tour de Guipúzcoa par Adán de Yarza. La même année achève de paraître l'étude de Valence par Vilanova dont le début remonte à 1881.

L. M. Vidal publie en 1886 la description de la province de Gerona, de 1886 à 1888 s'échelonnent les travaux de Gonzalo y Tarín sur la province de Huelva. Pedro Palacios en 1890 donne sa description de Soria, qui sort la même année que les Mémoires de Cortázar et de Mallada, puis en 1893 c'est l'étude du Sud de la province de Zaragoza par le même Palacios, qui ne tardera pas à être élu Académicien en 1898. En 1894 paraissent enfin la description de la province de Zaragoza par Sánchez Lozano, ainsi que celle de Logroño par le même auteur, que votre Compagnie appellera à elle peu après, en 1903, en lui confiant la médaille 30 qui fut portée par Casiano de Prado.

En cette fin de siècle, après vingt ans d'activité, le mouvement se ralentit. Sur la Galice et les Asturias on en reste aux travaux de Schulz. Sur les provinces de Palencia et Burgos les renseignements ne sont que fragmentaires. De la province de Toledo on ne sait guère que ce qu'a tiré d'une brève mission, en 1877, l'infatigable Daniel de Cortázar. Sur Albacete les données concrètes sont limitées à quelques notations anciennes de Verneuil. La province de Séville n'a fait encore l'objet d'aucune monographie, sauf des études fragmentaires du Tertiaire du Guadaluquivir de l'universitaire Salvador Calderón (1888, 1893).

Mais par contre il convient de souligner l'effort des géologues qui oeuvrent en Catalogne. Par ordre de naissance et aussi de fécondité scientifique évoquons d'abord Luis Mariano Vidal, ingénieur des Mines. J'ai déjà mentionné ses deux Mémoires sur les provinces de Lérida et de Gerona. Mais il faut insister sur sa valeur exceptionnelle de stratigraphe, de paléontologue, de naturaliste pour tout dire, curieux de toute chose jusqu'à la fin de sa vie. Né en 1842, il donne en 1871 un premier Mémoire sur la région de Berga. En 1874 c'est un Mémoire, devenu classique, sur le Garumnien de Catalogne, en 1875 vient sa géologie de Lérida aux coupes stratigraphiques excellentes, avec des déterminations exactes des faunes. Il s'occupe ensuite de Paléontologie, de Stratigraphie, tant en Catalogne qu'aux Baléares. Son Mémoire avec Molina sur Ibiza est excellent pour l'époque (1880) à laquelle il fut écrit. Toujours on trouve dans ses écrits ce soin, cette précision, cette conscience dans les déterminations, cette qualité dans l'observation des coupes stratigraphiques, qui font les grands géologues. C'est à peine anticiper que de noter que, si l'activité de ses publications se ralentit, son intelligence de chercheur demeure toujours en éveil, malgré l'âge qui avance. En 1905 il publie sur l'Oligocène de Majorque, et en 1906 avec Ch. Depéret sur celui de Catalogne. En 1921 une de ses dernières Notes apportera sur le problème des lignites de Binisalem et de Selva, à Majorque, des lumières paléontologiques essentielles.

Venu dans ce monde deux ans après Vidal, mais parti trois ans avant lui, l'abbé, puis chanoine, Jaime Almerá (1845-1919) débute dans la science par une thèse de Botanique ; mais il devient dès ce moment professeur de Géologie au Séminaire de Barcelone. Ses travaux sur la Catalogne sont multiples, tous marqués au coin de la plus intelligente compréhension stratigraphique. Il faut surtout souligner l'importance de sa Carte géologique de la province de Barcelone, sur un fond en courbes de niveau dressé par Eduardo Brossa. Ces feuilles, parues de 1891 à 1915, sont un monument d'exactitude dans les contours, de soin dans la stratigraphie. Elles font le plus grand honneur à leur auteur et montrent ce que ses compatriotes auraient pu faire dès cette époque, s'ils avaient disposé de la base topographique adéquate. Ses travaux, ceux de Vidal, ceux aussi de son grand collaborateur Arturo Bofill y Poch,

attirèrent la Société Géologique de France et celle-ci, sortant exceptionnellement de ses frontières, tint à Barcelone sa Réunion extraordinaire de 1898. Plus tard Almera étudia avec Bergeron le massif du Tibidabo. Anticipant encore sur la période suivante, je noterai enfin qu'en 1907 Almera et Bofill donnèrent, sur les terrains pliocènes de Catalogne, une œuvre fondamentale, fruit de vingt ans de travaux.

Les nombreux géologues catalans dont nous parlerons ultérieurement sont les continuateurs de ces deux grands, noble et modestes savants.

Si, dans cette période, les paléontologistes sont rares, en dehors de Mallada et des Catalans que je viens d'évoquer, on ne saurait passer sous silence l'apport des pétrographes. Après Macpherson qui fait d'utiles observations dès 1879 sur la province de Séville, Salvador Calderón aborde dès 1885 l'étude des roches cristallines d'Espagne. L'œuvre de Gonzalo y Tarín sur Huelva (1886-88) comporte une part notable d'étude des roches. Domingo de Orueta devient le grand pétrographe, le célèbre spécialiste des systèmes optiques que plus tard, en 1922, vous appellerez à vous (médaille 30). Parmi les étrangers, Michel-Lévy et Bergeron appliquent cette science, alors nouvelle, à la région si importante de la Serranía de Ronda (1889) lors de la Mission d'Andalousie, et toute une partie de la thèse de doctorat de Barrois (1892) sur la Galice et les Asturies est consacrée à la pétrographie. Osann enfin, déjà mentionné, fait des études importantes sur les roches volcaniques tertiaires du Cap de Gata et d'Alborán.

* * *

Revenons à la fin du XIX^e siècle et au travail accompli à ce moment. On a atteint un palier. Les recherches ont été rapides. La maille du réseau est lâche. Cela suffit en première approximation pour les régions dont les couches sont peu tourmentées, mais dès que l'on atteint les pays de montagnes et les zones de dislocations, la déficience de la base topographique interdit un travail suffisamment poussé. Malgré ces inconvénients, il est possible de réaliser enfin une carte générale remplaçant, à une échelle un peu plus détaillée, celles d'Amalio Maestre et de Verneuil. Ainsi paraît en 64 feuilles le *Mapa Geológico de España au 1/400.000*, dont la publication de 1889 à 1893 marque la deuxième étape majeure des progrès de la Géologie en Espagne.

Evidemment la base topographique en est imprécise, et les contours sont, de ce fait, assez peu fouillés. Mais c'est déjà un immense progrès sur les premières esquisses du milieu du siècle. Ce document était d'autant plus nécessaire que les cartes accompagnant les descriptions provinciales à des échelles variées ne peuvent être conjointes en un ensemble.

De la juxtaposition de toutes ces esquisses régionales, des croquis faits pour des investigations locales, tout l'essentiel ressort désormais. On saisit les grandes lignes structurales hercyniennes, l'allure des bassins tertiaires.

L'image des chaînes tertiaires, plus complexes dans leur tectonique et infinitéimement variées dans leurs affleurements, demeure plus floue. Aussi bien faudra-t-il le 1/100.000 en courbes ou le 1/50.000 pour qu'apparaissent leurs multiples aspects.

Dans sa simplicité, le 1/400.000 représente déjà un progrès énorme et qui va en susciter un second. Les descriptions provinciales, la poussière de Notes publiées sur des détails locaux étaient aussi difficiles à coordonner du point de vue stratigraphique que les cartes locales. Lucas Mallada sentit le besoin de compléter l'inventaire graphique matérialisé par la carte, en le doublant d'un inventaire écrit. Il avait à cinquante ans parcouru toute sa patrie, décrit cinq de ses provinces, accumulé un savoir immense. L'encre de son dernier Mémoire descriptif n'était pas séchée qu'il abordait œuvre fondamentale qui allait devenir le corpus de la géologie espagnole et qu'il dénomma *Explicación del Mapa geológico de España*. Parue de 1895 à 1907 en sept énormes volumes, elle est demeurée si précieuse qu'à la suite d'un voeu émis par le XIV^e Congrès Géologique International elle fut réimprimée en 1927.

Les connaissances de l'époque y sont résumées de la façon la plus objectivé, la plus fidèle, dans l'ordre stratigraphique et, pour chaque système, par province. L'auteur s'interdit avec abnégation toute interprétation, toute comparaison, toute extrapolation. Il ne fait que juxtaposer et résumer les travaux de ses devanciers. Et comme ceux-ci ont été a-tectoniques, son exposé l'est aussi. Aussi bien la tectonique en est-elle alors dans les Alpes, à ses premiers pas. L'*Explicación* groupe toutefois autant que possible les provinces faisant partie d'une même région naturelle. L'auteur montre dans l'élaboration de cette grande œuvre une érudition jamais en défaut. Nous verrons plus loin que divers étrangers, suivant les traces des Silvertop, des Haussmann, des de Verneuil, entreprirent des travaux dans la Péninsule. Si la carte géologique n'utilise pas tous les levers de ces indépendants, Mallada, lui, n'omet dans l'*Explicación* aucune des données stratigraphiques qu'ils ont apportées. C'est bien la *Somme* des connaissances de son époque qu'il a publiée en ce court espace de douze ans.

Jusqu'ici, en dehors des Notes préliminaires ou des publications relatant des investigations locales, tous les Mémoires des descriptions régionales sont composés selon les normes de la Comisión del Mapa. Déjà Casiano de Prado, vers 1850, s'était rendu compte de la nécessité de passer les limites provinciales pour suivre les éléments structuraux dans toute leur étendue. Mais si l'on avait cédé à l'entraînement, les auteurs auraient limité leurs efforts aux régions intéressantes et des vides auraient subsisté entre les secteurs cartographiés. Cette première reconnaissance devait être étendue à tout. Et comme l'Espagne est un pays riche en mines, et souvent pauvre en eau, comme ce sont des mineurs qui forment la Commission de la Carte, il est naturel qu'une

part importante soit faite, dans ces premières investigations, à tout ce qui concerne les mines et l'hydrologie. Toutes les descriptions obéissent donc à cette règle et même lorsque l'auteur n'est pas membre de cette Commission, il compose son oeuvre selon un plan imposé par les circonstances et le but poursuivi.

Les étrangers qui vinrent en Espagne travaillèrent, eux, en marge des Services officiels. Ils choisirent librement qui un objet stratigraphique précis, qui une région naturelle, et leurs publications en prirent un tour spécial dû à la fois au sujet élu et à la formation initiale des chercheurs.

Ceux-ci appartiennent à des milieux divers.

Certains ont entrepris les recherches personnelles au hasard de leurs voyages ; d'autres—et c'est surtout le cas à partir de l'impulsion nouvelle donnée depuis 1874 par la Comisión del Mapa—voyant, grâce aux publications espagnoles en cours, se dessiner des régions propres à d'utiles comparaisons, vinrent y faire des études souvent fouillées et révélatrices de données nouvelles.

Un cas spécial est fourni par la Mission envoyée par L'Académie des Sciences de Paris en Andalousie après le grand tremblement de terre de 1883. La qualité exceptionnelle de ses membres valut de nombreuses découvertes, et, surtout, certains de ceux-ci nouèrent des liens avec des savants espagnols qui furent profitables pour les uns et les autres.

Comme de Verneuil, jadis, avait scellé un pacte d'amitié avec Casiano de Prado, Kilian conserva toujours des relations avec Mallada, avec le chanoine Almera et avec L. M. Vidal ; Barrois avec Cortázar et Maestre. Et ces liens personnels d'estime servirent utilement, non seulement parce qu'ils firent mieux connaître à l'Etranger les savants espagnols, mais en ce que, par la suite, ils susciterent d'autres liens qui, à la génération suivante, ne furent ni moins étroits ni moins profitables : symbiose intellectuelle et amitié virile qui conservent leur vertu quand bien même surviennent les ouragans.

Pour ce qui est du dernier quart du XIX^e siècle, les travaux étrangers, assez désordonnés dans leur répartition, procèdent comme ceux des Espagnols de la stratigraphie et de la pétrographie, et, comme eux, souffrent du manque de bases topographiques. Mais en général, leur objet étant limité au gré du chercheur, ils sont plus détaillés et par les comparaisons qu'ils établissent avec le reste de l'Europe, ils complètent harmonieusement ceux de leurs confrères ibériques. Ainsi Hermite aux Baléares (1879), puis sur le même terrain, après sa mort, H. Nolan (1887-96), posent-ils les bases de la stratigraphie de cet archipel. La Mission d'Andalousie, outre les Mémoires de Barrois et Offret sur les Sierras Tejeda et Nevada, de Michel-Lévy et Bergeron déjà cités, nous vaut la description régionale de W. Kilian et M. Bertrand, et la célèbre monographie de la faune tithonique de Cabra (1889). Nicklès, en des études plus locales et fragmentaires, apportera peu après

(1891) des données toutes nouvelles sur la stratigraphie du Crétacé jusqu'au Maestrichtien, et du Tertiaire de certains points des provinces de Valence et d'Alicante. Larrazet en 1896, débrouille la stratigraphie des confins des provinces de Burgos, Logroño et Alava. Chudeau (1896) étudie en Vieille-Castille le Crétacé de Soria, Dereims en 1898 donne de bonnes coupes stratigraphiques du SE. de la Chaîne Ibérique. Enfin et surtout, Ch. Barrois de 1878 à 1898 parcourt les régions où le Primaire a été signalé et, spécialiste écouté en France des terrains paléozoïques, publie des observations fondamentales sur le Dévonien de la province de León, sur les terrains paléozoïques des Asturias et de Galice, sur la Dévonien et le Silurien de Catalogne.

Sans venir sur place, d'autres Français apportent leur contribution par la détermination des faunes qui leur sont confiées tels Oehlert étudiant la faune dévonienne de Santa Lucía (1897) et Zeiller décrivant la flore houillère des Asturias (1882).

Pendant cette période, il est curieux de noter que si la participation des chercheurs français se manifeste ainsi presque continuellement, les Allemands n'ont que de rare en rare suivi les traces de Haussmann et Scharenberg. Nous ne relevons guère que les travaux isolés de von Drasche à l'Ouest de la Sierra Nevada, des études pétrographiques, d'ailleurs notables, d'Osann (1888-91) sur les roches éruptives récentes du Sud de l'Espagne, auxquelles il reféra allusion en 1906 par une Note générale dans la *Rosenbuschfestschrift*, ainsi que quelques études paléontologiques de Roemer (1875) et de Zittel (1864).

* * *

Le xx^e siècle est, en Géologie comme en d'autres matières, une période d'accélération des recherches en Espagne. L'évolution est commandée intégralement, si l'on peut dire, par des modifications dans l'organisation du Service Géologique. La Comisión del Mapa devient en 1911 l'Instituto Geológico, avec, comme tendance principale, l'étude des gîtes minéraux tant du point de vue scientifique qu'industriel.

En 1927 celui-ci prend le titre d'Instituto Geológico y Minero de España et s'oriente vers l'élaboration de la carte régulière au 1/50.000 sur la base de coupures de la carte topographique, qui sortent alors à cadence accélérée.

Extérieurement, l'évolution subit les contrecoups de la guerre de 1914-18 mais aussi l'élan heureux résultant du XIV^e Congrès Géologique International tenu à Madrid en 1926, Congrès qui fut si admirablement organisé, et dont les conséquences fécondes se feront sentir longtemps encore.

Si, historiquement, cette période se clôt par la guerre civile, scientifiquement elle continue, et depuis 1940 la science espagnole entre dans une nouvelle et féconde jeunesse dont nous saluons avec joie et admiration les vigoureuses manifestations.

* * *

Le progrès résultera d'ailleurs d'efforts composites, et dont l'orientation changera avec les périodes.

Au début, alors que l'*Instituto Geológico*, réorganisé en 1911, se consacre principalement à des études minières, l'apport de science pure sera surtout dû à des universitaires dont l'activité prend alors beaucoup d'ampleur. La préoccupation d'une carte géologique détaillée ne se manifeste pas encore, parce que la nouvelle carte au 1/50.000 est, au début, lente à paraître. Les travaux scientifiques se publient en partie à la *Real Sociedad Española de Historia Natural* ou au *Boletín de la Institución Catalana de Historia Natural*. Entre le Congrès de 1926 et la guerre civile on verra naître, sous l'impulsion du Prof. Marçet Riba, une collection de bel aspect qui recueille des travaux relatifs à la géologie de toute la Méditerranée occidentale. De nombreux Mémoires virent aussi le jour à l'étranger. Enfin, depuis 1940 le *Consejo Superior de Investigaciones Científicas*, non content de susciter et de subventionner les recherches, en assume la publication dans les Mémoires de l'*Instituto Lucas Mallada*.

La production géologique, accrue en progression géométrique, est infiniment trop vaste pour être détaillée dans un si bref exposé, en faisant la part des savants espagnols et des étrangers.

Vous me permettrez de souligner simplement le développement des recherches dans chacune des grande régions naturelles du pays.

* * *

Je commencerai par la Meseta et ses bassins tertiaires.

Les études n'y ont pas suivi la même rythme que dans d'autres contrées et sont assez clairsemées. Elles apportent pourtant des connaissances nouvelles.

Sur les parties cristallines, l'universitaire L. Fernández Navarro a publié jusque vers 1915 une série de Notes fragmentaires.

Dans le Sud, où Jean Groth avait ébauché en 1911 une étude arrêtée par la guerre, D. Eduardo Hernández Pacheco décrivit le Cambrien de la Sierra de Córdoba dès 1918. Son fils D. Francisco continuera l'œuvre paternelle en étudiant en 1935 le Valle de Alcudia et le défilé de Despeñaperros (1935).

En 1927 A. Carbonell découvrit de nouveaux gisements à *Archaeocyathus* dans la province de Córdoba.

Le Cambrien de ces régions méridionales fut étudié paléontologiquement par R. et E. Richter. Ils crurent y reconnaître, dans les couches caractérisées par le genre nouveau *Saukiandia*, l'étage potsdamien (1940). Mais cette faune vient d'être retrouvée au Maroc indubitablement associée à du Géorgien, de sorte que le problème du Cambrien supérieur demeure ici sans solution.

définitive. Les couches à *Graptolithes* et les sierras paléozoïques du Nord de Jaén firent d'autre part l'objet de travaux de Henke, seul et avec Hundt (1926). A. Carbonell admit en 1926 que les dépôts anciens de la Sierra Morena doivent passer vers le haut au Dévonien et au Culm. Il a d'autre part mis en évidence des chevauchements hercyniens dans le bassin de Bélmez-Adamuz. Encore en 1925, D. E. Hernández Pacheco publia son importante étude sur *La Sierra Morena y la Llanura Bética*.

Vers l'Ouest, c'est Meseguer Pardo qui effectua l'étude du Dévonien de la province de Huelva (1944). Plus au Nord les terrains cristallins de la province de Cáceres avaient été étudiés antérieurement par R. Sánchez Lozano, membre de cette Académie depuis 1903 (médaille 30); plus au Nord encore c'est à E. Hernández Pacheco que l'on doit un joli Mémoire sur les régions granitiques d'Extremadura, comme c'est lui qui a décrit en 1929 *La Meseta toledano-cacereña y la Fosa del Tajo*. Les Montes de Toledo avaient du reste été déjà étudiés par G. de Llarena en 1916 et le même auteur donne en 1926 son *Guía geológica de los alrededores de Toledo*. Récemment, enfin, Vidal Box apporta en 1944 d'intéressantes considérations sur l'âge des surfaces d'érosion des Montes de Toledo.

Ces régions, outre l'intérêt proprement géologique de leurs formations anciennes, comportent des traces des glaciations quaternaires. Schmieder en 1915 avait signalé du Glaciaire dans la Sierra de Gredos. Plus au Nord la région d'Avila permit à F. Hernández Pacheco d'intéressantes observations sur les vestiges du même phénomène. En 1932, enfin, P. Wernert décrivit des formations glaciaires dans la Sierra de Guadarrama.

Les bassins tertiaires furent étudiés d'abord par Ch. Depéret en 1908, mais c'est surtout deux grands ouvrages qu'il faut évoquer ici, dûs tous deux à D. Ed. Hernández Pacheco: *La Llanura Manchega y sus Mamíferos fósiles* (1926) et son *Neógeno de la planicie de Castilla la Vieja* (1930). D. Francisco Hernández Pacheco dans le même temps publiait sa *Fisiografía, Geología y Paleontología del territorio de Valladolid*.

Ainsi est-ce principalement à D. Eduardo Hernández Pacheco et à son fils et successeur à la chaire de Géologie de l'Université de Madrid que furent dûes les principales études de la partie centrale et méridionale de la Meseta

En gagnant les parties septentrionales, nous atteignons, par delà les grands affleurements tertiaires, ces provinces de León et de Galicia où règnent les terrains anciens qui avaient déjà été abordés par Schultz et Barrois. La région côtière de la province de Lugo fut étudiée en 1913 par D. Primitivo Hernández Sampelayo. Divers travaux de D. Joaquín de Llarena, correspondant de cette Académie depuis 1948, furent consacrés à des dislocation tectoniques (1934) puis au Cambrien (1946).

Pierre Comte de son côté aborda la stratigraphie de Primaire en 1936.

Mais c'est dans les deux grands ouvrages d'ensemble de D. Primitivo Hernández Sampelayo, l'éminent spécialiste espagnol, que l'on trouve la plus ample moisson de données. Son *Sistema Cambriano* (1934) et son *Sistema Siluriano* (1942) qui réunissent toutes les connaissances acquises par ses devanciers et lui-même quant à ces formations anciennes, représentent une oeuvre fondamentales. Tous les dépôts de la Meseta et en particulier ceux des régions léonaise et cantabrique y sont excellemment étudiés.

La Cordillère Cantabrique, outre les abondantes monographies sur les gîtes minéraux qui seront évoquées plus loin, a donné lieu à d'assez nombreux travaux.

Le Paléozoïque y est étudié par Sampelayo dans les ouvrages précités. Antérieurement, déjà en 1919 P. Palacios avait donné ses monographies sur le Cambrien des Pyrénées Navarraises, puis sur le Paléozoïque de la même région. E. et F. Hernández Pacheco publiaient en 1935 leurs *Observaciones respecto a estratigrafía y tectónica de la Cordillera Cántabro-Asturiana*. Du point de vue stratigraphique il faut signaler la brève mention en 1926, par A. Renier, de Coal balls dans le bassin houiller des Asturies, note complétée par d'importantes précisions stratigraphiques. De son côté Mgr. Delépine, Recteur de l'Université Catholique de Lille, après des recherches échelonnées de 1928 à 1934, apporta en 1943 un Mémoire important où est précisée et rectifiée la stratigraphie de Barrois. Il montre que les griottes du Viséen supérieur sont transgressives sur le Silurien et le Dévonien à l'W. et au SW. des Asturies ; que les «calcaires des Cañones» et l'«Assise de Lena» sont du Moscovien, et que le haut de cette dernière assise se situe par ses *Goniatites* entre le Westphalien moyen et le Westphalien supérieur.

Ainsi se trouvent établies des correlations stratigraphiques précises avec le reste de l'Europe occidentale et la Russie.

En ce qui concerne des horizons plus élevés, G. Dubar dès 1925 définit les faciès du Kiméridgien dans les Asturies. Gómez de Llarena mentionne le Rhétien vers Gijón (1930). Plus à l'Est en 1919 c'est Kindelár qui a étudié le Crétacé et l'Eocène de Guipúzcoa. En 1920 Mengaud avait publié ses *Recherches géologiques sur la région Cantabrique*, apportant d'importantes précisions stratigraphiques. Certains schistes noirs attribués au Gault ont fait l'objet d'observations ultérieures et furent rapportés au Carbonifère, ce qui n'est pas sans portée tectonique.

P. Palacios avait dès 1915 mis en évidence l'extension des faciès Weald à l'Est, dans les Pyrénées Navarraises. Des travaux plus récents complètent le tableau stratigraphique de ces régions : Azpeitia, successeur de Mallada à l'Académie (médaille 7), décrit dans une oeuvre parue après sa mort (1935) le Flysch de la côte cantabrique ; D. Joaquín Mendizábal publie successivement d'importantes communications dont quelques-unes en collaboration avec D. Pri-

mitivo Hernández Sampelayo, d'autres avec le regretté M. de Cincúnegui sur la Navarre et la province d'Alava. M. Ruiz de Gaona décrit en 1943-46 le Nummulitique de la Navarre et de Vizcaya ; Bermudo Meléndez étudie *Las formaciones del Infracretáceo de Asturias* (1944) ; enfin en 1945 les infatigables géologues J. M. Ríos, Almela et Garrido apportent d'excellentes données sur les provinces de Burgos et Alava, ainsi que sur celles de Vizcaya et Santander.

Si, du point de vue stratigraphique, la plupart de ces travaux constituent un apport positif à la connaissance des cordillères cantabriques, les considérations tectoniques n'ont pas encore abouti à des coordinations satisfaisantes.

Pierre Termier de 1905 à 1918 publia, seul ou avec Léon Bertrand, diverses Notes faisant état de charriages importants, tertiaires, dans la région cantabrique. Mengaud en 1920 décrivit aussi des chevauchements dans les mêmes parages. Mais des travaux postérieurs ont montré que certains des arguments stratigraphiques utilisés devaient être rectifiés, et que la réalité de ces charriages était contestable. Dès 1928 P. H. Sampelayo abordait la question sur la base de pertinentes observations dans la *Discusión de algunos puntos de la hoja geológica de Llanes*. Si, en certains points, ces grands chevauchements sont contournés, il n'en reste pas moins que les Cordillères cantabriques ont participé à plusieurs phases orogéniques et que les travaux miniers y révèlent d'importantes dislocations dont l'étude d'ensemble réserve sans doute de nouveaux fruits.

A cet égard notons quelques études fragmentaires : W. Kegel en 1927, H. Karrenberg en 1934 ont émis des hypothèses quant à la tectonique post-hercynienne des régions cantabro-asturiennes. Gómez de Llarena a décrit des recouvrements dans les Asturies, le León et Palencia (1934). Enfin R. Ciry (1940) montra que le flanc Sud de la Cordillère, s'il est dans son ensemble autochtone, tend, dans la zone Cistierna-Cervera, à se renverser sur les terrains crétacés du Sud, avec formation de petites écailles locales. Vers l'Est sur le méridien de Comillas, le Paléozoïque s'ennoie toutefois sous la couverture de terrains secondaires antécénomaniens dont les dislocations superficielles d'âge cimmérien et tertiaire sont liées à celles du matériel primaire sous-jacent.

Enfin je ne saurais terminer notre brève revue sans citer l'importante Note récente de F. Hernández Pacheco (1944) *Nueva hipótesis de la formación tectónica de los Picos de Europa*.

Cet aperçu, bien que cursif, rend compte de l'intérêt qu'ont suscité ces grands massifs des Cordillères Cantabriques, et des connaissances nouvelles acquises à leur sujet depuis cinquante ans. La prochaine étape des investigations se fera sur la base de la carte au 1/50.000 et il est absolument certain que les travaux précis qu'implique, qu'impose, cette échelle apporteront dans

un proche avenir une moisson splendide de faits nouveaux et de vues synthétiques mieux fondées.

* * *

Continuant notre périple, abordons les Pyrénées. Ici aussi, le progrès des investigations a été grand depuis le début du siècle. Nous venons de noter déjà de nombreux travaux d'auteurs espagnols récents sur la Navarre et la province de Guipúzcoa. Il convient de rappeler aussi l'importante contribution apportée par P. Lamare, dont les investigations, échelonnées depuis 1923, ont abouti en 1936 à la publication de ses monumentales *Recherches géologiques dans les Pyrénées Basques d'Espagne*. Auparavant, il avait fourni, partie en noir, partie en couleur, la feuille Tolosa au 1/50.000, et les quatre feuilles d'Irun, Moya, Tolosa et Elizondo. Cette oeuvre considérable, réalisée en étroite amitié avec les géologues espagnols, constitue du point de vue stratigraphique et structural une contribution importante.

A une époque plus récente, Ríos, Almela et Garrido apportèrent de 1944 à 1946 diverses Notes riches d'observations intéressantes sur la stratigraphie et la tectonique des Pyrénées Navarraises.

Plus à l'Est, la région au Nord de Jaca fit l'objet d'un joli Mémoire de Llopis Lladó, paru en 1947 dans les publications de l'Estación de Estudios Pirenaicos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Plus à l'Est encore il faut arriver aux Pyrénées Aragonaises pour avoir à mentionner des nouveautés intéressantes. Elles sont apportées par une monographie de Mich (1934), *Der Bau des Mittleren Sudpyrenäen*.

Antérieurement, le segment de chaîne qui se trouve plus à l'Est avait fait l'objet en 1910 du gros ouvrage de Dalloni, *Etude géologique des Pyrénées de l'Aragon*, dont en 1930 il devait donner la suite par un livre aussi documenté sur *l'Etude géologique des Pyrénées Catalanes*.

Enfin il faut noter la parution d'un beau Mémoire sur la province de Lérida par J. M. Ríos et Almela, avec une carte au 1/200.000 puis d'une représentation, à même échelle, de la province de Barcelona, qui est sous presse.

Ch. Jacob, R. Ciry, G. Astre et l'auteur de ces lignes avaient publié de leur côté en 1926 diverses observations sur la Sierra de Cadí et les massifs du Turbón et du Cotiella. A. Marín et R. Bataller en 1929, puis M. Broili en 1932, ont pour leur part étudié, après Dalloni et L. M. Vidal, la Sierra del Montsec et la Conca de Tremp. En 1924 M. Lugeon et N. Oulianof donnèrent dans la publication de J. Marcet une Note brève mais très complète sur la région de la Noguera Pallaresa en amont de Tremp. Depuis quelques années Ríos, Almela et Garrido, enfin, publient, ensemble ou séparé-

ment, d'importantes études dont je citerai entre autres *Observaciones geológicas sobre el borde de los Pirineos Orientales* et *La edad de los yesos del Eoceno catalán*.

Les diverses études évoquées ici n'avaient qu'effleuré la zone axiale et les avancées du Paléozoïque sur lesquelles les idées demeuraient peu claires. Depuis lors des travaux importants ont vu le jour. En 1945 N. Llopis Lladó publia une importante Note *Sobre el Paleozoico de la zona de las Nogueras*. Peu après P. H. Sampelayo et N. Llopis Lladó ont étudié *Las faunas paleozoicas y la tectónica hercíniana del macizo de Puig d'Alp* (1946) et le second de ces auteurs a montré dans ses *Problemas tectónicos de la zona axial pirenaica* (1946) que les directions armoricaines s'harmonisent entre ces régions pyrénéennes et la Cordillera Costera Catalana, contrairement aux dires erronés de M. Chevalier et de Demay qui voyaient dans cette dernière des directions varisques. Ces travaux, ainsi que ceux de L. Solé et Font Boté, ont fourni des données essentielles sur les plis anciens du Paléozoïque et leur déversement vers le Sud.

L'on pressent plus à l'Est la disparition de ces éléments structuraux qui y sont digérés et transformés par les masses granitiques du massif du Canigou. P. M. Roggeven a étudié de son côté en 1929-30 les massifs granitiques de Lles-Aristot. Enfin, les terminaisons orientales des rides des Sierras et de la couverture secondaire du Paléozoïque axial ont fait l'objet d'un Mémoire d'Aschauer paru en 1934.

Ces nombreux travaux de portée locale se complètent au fur et à mesure des progrès par des vues générales. Le Prof. Pedro Ferrando Más donna en 1930 un aperçu judicieux des problèmes de la géologie des Pyrénées. Kober en 1928 proposa des raccords de la chaîne Pyrénéenne avec la chaîne Ibérique, qu'il abandonna en 1931 dans son *Alpine Europa*. Stille (1932, 1927, 1942) interprète les Pyrénées méridionales comme le prolongement des chaînes subbétiques qui subiraient une torsion au Nord de Minorque, vers l'Ampurdán, puis un rebroussement de 360° dans l'Ouest de la chaîne. D'autres avis furent émis, notamment par Fallot (1933), puis par Cueto y Ruy Diaz dans un Mémoire de 1943 intitulé *Posición del Pirineo en el Sistema Alpino*, alors que G. Richter dans sa Note *Alpen, Pyrenäen, Korsika* (1939) reprend à son compte les vues de son maître Stille.

Le Glaciaire pyrénéen n'a pas fait l'objet de travaux d'ensemble sur le versant Sud. Toutefois M. Faura y Sans a noté diverses observations, Panzer (1932) a étudié le Glaciaire ancien de Puigcerdà, García Sainz donna de 1930 à 1935 diverses descriptions locales, Boissevain décrivit la vallée du Haut Segre (1934), Nussbaum (1921-1928). Frödin (1927), Vidal Box (1933) apportèrent d'utiles contributions suivies par un commentaire judicieux de L. Solé (1936).

Plus récemment les géologues de Barcelone ont abordé en détail la question. D'ailleurs pour ce qui est de ce genre de formations, on ne pourra arriver à une notion concrète et à des coordinations valables que lorsque tout aura été cartographié en détail. L'élaboration des feuilles au 1/50.000 assurera dans les proches années aux savants espagnols l'occasion de donner leur mesure en cette délicate matière.

* * *

La côte catalane avec sa large extension de Paléozoïque, ses bassins néogènes et, vers le Sud-Ouest, l'amorce des chaînons des Sierras de Levante offre un champ d'action que, dès le xx^e siècle, les géologues de Barcelone n'eurent garde de négliger. On a vu que l'intérêt suscité par leurs recherches avait attiré en 1898 la Société Géologique de France qui y tint sa réunion extraordinaire. Depuis lors les recherches se multiplièrent.

Faura y Sans publie en 1913 sa *Síntesis estratigráfica de los terrenos primarios de Cataluña*, suivie d'autres études sur *Las Comarcas catalanas* (1919), les granits de Catalogne (1921); Broquetas de son côté aborde en 1920 la pétrographie des roches métamorphiques de Catalogne, puis en 1928, Faura y Sans fait une communication sur l'Anthracolithique de Catalogne au Congrès de Heerlen.

En matière de Secondaire une mention spéciale est dûe au Trias à *Ceratites* des fameux gisements d'Olesa et de Mora de Ebro. Quelques-unes des formes de Mora de Ebro avaient été mentionnées en 1881-87 par Mosjisovics. Avec Ewald (1911) c'est Tornquist qui, de 1909 à 1916, apporta sur la faune et la stratigraphie de ce Trias moyen des données essentielles. Würm à son tour (1914 et 1920) reprit l'étude du Trias catalan et de celui, non moins spécial, de Minorque. Vers la même époque S. Vilaseca consacrait un Mémoire au Trias de la province de Tarragona (1920).

Après avoir abordé avec Faura y Sans, puis seul, le problème des bauxites triasiques de Catalogne (1917-20), l'abbé Bataller reprit d'abord en 1930 puis en 1933 la question du Trias catalan. Sos, de son côté, étudia divers aspects du Trias de Benicassim, Castellón et de Catalogne.

En 1929 W. Schriehl donne dans la collection dirigée par Stille un important Mémoire sur la Chaîne Côtière Catalane de l'Ebre à l'Ampurdán. Ses conclusions sur les lignes directrices de la tectonique hercynienne, conformes aux anciens canons, ne sont plus admises et de 1943 à 1947 les géologues catalans Solé et surtout Llopis Lladó (*Contribución al conocimiento morfoestructural de las Catalánidas*) ont montré que les directions axiales des accidents anciens ne sont pas parallèles à la côte mais bien orientées selon le

schéma d'ensemble des axes armoricains, qui réapparaissent, ainsi qu'on a vu plus haut, dans la zone axiale des Pyrénées.

Je parlerai plus loin des grands bassins tertiaires, mais en ce qui concerne la région côtière, nous ne saurions passer sous silence dans ce paragraphe les découvertes récentes sur le Méotique-Pontique du Vallès-Panadès.

Après les études de Depéret publiées à l'occasion de la réunion de la Société Géologique de France de 1898, les investigations subirent un temps d'arrêt. Elles viennent de reprendre depuis 1933 grâce aux patientes et fructueuses recherches de F. de Villalta et M. Crusafont qui on étendu le champ des découvertes et étudient la faune de Mammifères du Néogène supérieur du Vallès-Panadès. Leurs récentes publications mettent en lumière l'apparition précoce de Girafidés et autres formes, dont l'existence renverse les idées que l'on se faisait des migrations pontiennes en Europe, et qui les amènent à nuancer très judicieusement la classification des terrains pontiens et sarmatiens dans ce régions. Ils décrivent, outre de nombreux Rongeurs, Carnivores et Ongulés, un curieux ruminant tricorne, qui à leur avis provient de l'évolution locale d'un rameau convergent par rapport aux Cranio-cératidés américains, mais philétiquement indépendant.

En ce qui concerne les mouvements qui ont affecté au Tertiaire les massifs côtiers catalans, il faut souligner l'importance du Mémoire de B. Darder où cet auteur, en 1931, mit en lumière le rôle des poussées SE.-NW. qui provoquèrent le chevauchement du Paléozoïque sur le bord méridional du Tertiaire du bassin de l'Ebre. W. Schriehl à développé des idées analogues et Llopis Lladó à montré l'extension du phénomène jusqu'au cours inférieur de l'Ebre. On connaissait d'autre part déjà par les travaux et les cartes du chanoine Almera les dislocations des Costas de Garraf et l'importance à la fois stratigraphique et tectonique du bassin du Panadès.

* * *

Plus au SW., on aborde la Côte de Levant par la région des Bouches de l'Ebre, étudiée, comme celle toute voisine du Cap Salou, par M. Faura y Sans et R. Bataller. Ces auteurs dans une série de Notes y révèlent l'existence du Lias, du Dogger, du Callovien à Ammonites bien développé au Cap Salou, du Séquanien (Cardó). Ils définissent des dislocations d'âge tertiaire dont les axes sont à peu près parallèles au littoral.

L'ampleur de ces accidents s'atténue sur le territoire de la province de Castellón où viennent d'autre part mourir, en direction orthogonale, les dislocations prolongeant au SE. la Chaîne Ibérique. Les lignites de Portalrubio avaient déjà été étudiés dans ces parages par Faura y Sans (1920). Ils le furent ensuite par M. de Cincúnegui.

Plusieurs feuilles d'une jolie carte au 1/100.000 publiée par la Mancomunidad de Cataluña vers 1920-24 mettent en lumière beaucoup de traits de la géologie de ces régions.

* * *

En suivant la côte par la région de Sagunto nous atteindrons le domaine des Cordillères Bétiques.

Avant de les aborder examinons rapidement l'évolution des connaissances sur les chaînes jadis nommées Ibériques et que l'Ecole allemande a rebaptisées Celtibériques.

Les cartes géologiques montrent entre la mer, l'Ebre et Teruel une vaste tache de terrains crétacés. Déjà connue en gros par les travaux des géologues du XIX^e siècle, elle fit l'objet de diverses Notes et d'un Mémoire (1925-27) de R. Bataller et de l'auteur de ces lignes. La série sédimentaire, appartenant surtout au Crétacé inférieur alternativement nérétique et de type Weald, est aussi étudiée dans des travaux de J. Royo Gómez. Elle est localement complétée par un Maestrichtien à Cérithidés et un Danien à *Lychnus*. Quant à la tectonique, elle est caractérisée par des directions NW.-SE. et d'autre part par une tendance au chevauchement du Secondaire sur le Tertiaire de Beceite et de Montalbán. C'est dans ces abords de Montalbán que se trouve le fameux bassin d'Utrillas qui fut déjà étudié, comme on l'a vu, par les anciens auteurs et dont le gîte de lignites fut décrit en 1903 par Gascón y Diaz.

Plus au Nord, la Chaîne Ibérique ou Celtibérique était connue dans ses grands traits par les travaux de Dereims (1898) et Larrazet (1896). En 1917 P. Palacios avait donné une étude du Moncayo, et les formations du Crétacé inférieur continental et du Cénomano-Turonien du Pico de Frente près de Soria étaient connues par les descriptions anciennes de R. Chudeau ainsi que par diverses Notes de D. Clemente Sáenz.

Mais il restait à préciser des données tectoniques, l'allure générale des terrains anciens et de la couverture. A cela s'attacha l'équipe des élèves de H. Stille. Tricalinos débuta par un travail d'ensemble avec carte au 1/800.000 (1923). Lotze, en 1929, étudie les *Keltiberische Grundgebirge*. G. Richter décrit les chainons entre le Jalón et la Sierra de la Demanda et les décollements de la région de Morata del Jalón (1931). Hahne précise divers points de la stratigraphie des provinces de Teruel, Castellón et Tarragona (1930), puis donne avec Schröder et G. Richter une étude tectonique des chaînes celtibériques. En marge de ces régions notons en passant son *Ebro Geologischer Führer* publié dans la *Géologie de la Méditerranée occidentale* du Prof. Marcet.

Plus au NW. Schriehl en 1929 avait publié une monographie de la Sierra

de la Demanda et des Montes Obarenes. R. Brinkmann et Gallwitz traitèrent d'une façon générale du *Betikum und Keltiberikum*.

Les travaux de cette équipe procèdent tous du souci de reconnaître dans cette chaîne ce que Stille appelle *Germanotypen Tektonik*. En général il n'est pas apporté de nouvelles observations stratigraphiques. Les auteurs se bornent à utiliser les découvertes de leurs devanciers. Mais leurs travaux, bien qu'établis sur de mauvaises bases topographiques, abondent en détails tectoniques intéressants, mettent en évidence des raccords mal connus et donnent une vue très claire de l'ensemble. Ils ont été, pour une part, récemment publiés en traduction espagnole par les soins du Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Instituto Lucas Mallada).

Plus au Nord la terminaison de la chaîne dans les Montes Obarenes et les rapports de ses accidents avec ceux du domaine cantabrique furent étudiés par R. Ciry dans le Mémoire déjà évoqué au sujet du revers Sud du massif en Asturias (1940). Ciry apporte là, sur la base d'une stratigraphie minutieusement étudiée et d'analyses paléontologiques précises, des données paléogéographiques et tectoniques importantes et très nouvelles.

Postérieurement, en 1946, l'on dut à Aranegui une révision critique du Mémoire de Schriehl sur les Montes Obarenes, et d'autre part à P. Ferrando Más de nouvelles observations sur la province de Teruel. Ainsi les géologues espagnols continuent-ils à étudier ces régions afin de compléter les données apportées par leurs confrères allemands.

* * *

Les formations tertiaires qui s'étendent si largement dans le bassin de l'Ebre entre les Chaînes Pyrénéenne et Ibérique, puis entre cette dernière et la Meseta ont donné lieu malgré leur monotonie à de nombreux travaux.

Le bassin de l'Ebre fut d'abord étudié du point de vue purement scientifique notamment quant à l'Oligocène de Calaf et de Tàrrega (Depérèt, 1908). Bientôt la découverte de sels potassiques y fournit un objet d'investigation d'un immense intérêt économique.

Dès 1909 E. Kaiser avait publié une petite Note sur Cardona et Harbort en 1914 une autre sur les sels potassiques de Catalogne. Mais la série des grandes études s'ouvre en 1913 par un important Mémoire de César Rubí et A. Marín. Dès lors, c'est D. Agustín Marín qui, devenant le grand spécialiste de la question, va donner en 1926 et 1927 deux Mémoires fondamentaux sur les gîtes du bassin.

En 1926 il y ajoute une Note stratigraphique sur le Tertiaire de l'Ebre. Un nouveau Mémoire en 1933 sera suivi d'une importante communication au Congrès de Géologie Appliquée de 1935, puis de sa belle étude sur la tectonique de la Dépression de l'Ebre et sur ses gisements minéraux (1945).

Entre temps Popescu-Voitesti et P. Kukuk avaient donné, en 1931, chacun une Note sur le Tertiaire de Catalogne et ses gîtes de sels potassiques. Enfin de 1942 à 1946, seul et avec M. López de Azcona, Jesús Mir s'attacha aux problèmes minéralogiques et géochimiques posés par la composition des sels potassiques.

J'évoquerai plus loin rapidement les aspects miniers de l'activité géologique en Espagne, mais il convenait ici de mentionner ces travaux où se mêlent si intimement la stratigraphie, l'étude des gîtes et la judicieuse utilisation des méthodes géophysiques.

Les horizons tertiaires plus élevés, surtout continentaux, sont connus aussi bien dans le bassin de l'Ebre que dans ceux du Guadiana, du Tajo et du Duero. Avant d'aborder ces formations miocènes nous rappellerons qu'en 1908 Henri Douvillé décrivit à Tolède ce curieux Stampien à *Natica crassatina* dont les rapports océanographiques doivent être cherchés vers le golfe de Valence, mais qui appelle encore de nouvelles vérifications stratigraphiques et paléontologiques.

Depuis 1920 jusqu'à 1938 Royo Gómez, excellent spécialiste des formations tertiaires, étudia en plus de cinquante trayaux les diverses formations du Weald et du Tertiaire. Son Mémoire principal est consacré au *Mioceno continental ibérico y su fauna malacológica fósil* (1922). Cet ouvrage important et ceux qui le suivirent établirent des correlations chronologiques précises dans cet immense domaine continental entre les horizons à Vertébrés et ceux à Gastéropodes. Les gisements célèbres de San Isidro, Concud, les coupes anciennement étudiées par Casiano de Prado, les découvertes plus récentes qui ont fait l'objet des Mémoires de D. Eduardo Hernández Pacheco tels que *El Mioceno superior de la Puebla de Almoradiés* (1914), *Los vertebrados terrestres del Mioceno de la Península Ibérica* (1914), la *Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia* (1915), les découvertes faites dans le bassin de Calatayud, trouvent ainsi leur place dans un cadre général.

A côté de ces travaux si importants, et sans oublier l'ouvrage moins stratigraphique de F. Hernández Pacheco, *Fisiografía del Mioceno aragonés* (1921), nous citerons presque au hasard diverses Notes remarquables.

En 1928 F. Lotze analyse les analogies entre le bassin tertiaire de Calatayud et le bassin du Zechstein allemand. Le professeur de Géologie de l'Ecole des Ponts et Chaussées de Madrid, D. Clemente Sáenz García, outre de nombreuses autres études, publia en 1942 une importante Note sur la *Estructura general de la Cuenca del Ebro*. Le gisement célèbre de Mammifères de Nombrevilla a suscité de très nombreux travaux, parmi lesquels nous citerons les Notes de Ferrando Más (1925) et F. Hernández Pacheco (1926).

Non loin de Teruel, le Pontien à gypse, qui fournit tant de reste d'*Hippurion* et aussi des Batraciens remarquables, fut étudié en 1921 par Royo Gó-

mez quant à ses Poissons, puis en 1926 par F. Román quant à sa faune mammalogique.

Enfin, le Vindobonien du Rincón de Ademuz (Valencia), fit l'objet déjà en 1916 d'une importante étude d'E. Dupuy de Lome et Fernández de Caleya.

* * *

Les Cordillères Bétiques et Subbétiques ont été fréquemment étudiées et avec certain détail. Depuis que R. Douvillé les aborda par la région de Jaén en 1903-4, plus de cinq cents Notes et Mémoires leur ont été consacrés.

Dans l'ordre chronologique, le Mémoire précité où R. Douvillé distingue des éléments charriés venus du Sud et reposant sur une série autochtone, est à peu près contemporain d'une Note de R. Nicklès (1902) qui émet l'hypothèse du charriage du Lias et du Trias de la Sierra Sagra sur un substratum tertiaire et sénonien. En 1915 A. de Sierra décrit la Sierra de los Filabres sans y noter d'anomalies importantes. A ce moment, Pierre Termier venait de lancer l'idée que de grands charriages avaient dû se produire dans la Sierra Nevada et l'arc de Gibraltar (1911), mais aucune investigation détaillée n'avait été entreprise.

Le mouvement se déclenche en 1913 par des travaux de B. Darder sur Majorque, puis (1913, 1914 et 1920-22) de P. Fallot avec, pour base, le beau *Mapa militar* au 1/100.000 en courbes de niveau, agrandi. B. Darder de son côté lève en détail la partie SE. de l'île, en publie d'abord des descriptions de 1913 à 1926, puis une belle carte géologique éditée aux frais de la Diputación Provincial. L'explication de certains charriages lui fait entrevoir dès 1913 les phénomènes que plus tard, après 1918, Otto Ampferer baptisera *Reliefverschiebung*—en français, charriages épiglyptiques—and il pressent aussi le rôle de la tectonique par gravité que M. Lugeon a mise en honneur, de sorte que ces hypothèses audacieuses font de lui un précurseur en cette double matière.

Après le Mémoire de Fallot qui s'achevait par un coup d'oeil sur les problèmes posés par l'ensemble de la Méditerranée occidentale, H. A. Brouwer fait aborder par ses élèves le noeud des difficultés, c'est-à-dire le domaine bétique. Wetzel en 1923 met en évidence des charriages qui, dans la Sierra Alhamilla, provoquent le recouvrement des dolomies du Trias par le Cristallin bétique. En 1925 c'est Zeijlman Van Emmichoven qui révèle les grands traits de la tectonique de la Sierra de los Filabres. En 1926 Brouwer, applaudi par P. Termier, annonce au Congrès Géologique International que la Sierra Nevada est pour lui l'homologue de la fenêtre des Tauern, que son Cristallin

recouvert par une «Mischungszone» supporte des nappes du second genre formant l'ensemble tectonique dit «Alpujárides». Suivent ensuite, toujours sur la base de cartes approximativement levées par les auteurs, mais détaillées, les Mémoires de Westerweld (1929), Zermatten (1929), Jansen (1936), Patijn (1937), embrassant au total la majeure partie de la zone bétique, du bassin de Grenade à la Sierra de Cartagena, c'est-à-dire la Chaîne Bétique proprement dite.

Les chaînes à matériel sédimentaire définies par la Mission d'Andalousie sous le nom de subbétiques font l'objet, elles aussi, d'investigations détaillées.

Juan Gavala avait publié en 1916 dans son grand Mémoire *Regiones petrolíferas de Andalucía* des découvertes très importantes dans la région gaditane. En 1917 un second Mémoire sur la Sierra de Grazalema mettait en évidence la complexité de ces domaines, la richesse de leur série stratigraphique et beaucoup de leurs anomalies structurales. Une splendide carte au 1/100.000 faisait suite à ces travaux (1924). C'est la première carte géologique moderne et détaillée qui ait été imprimée sur le Midi de l'Espagne : elle ne fut malheureusement pas mise en vente et seuls quelques spécialistes en reçurent des exemplaires. Ce document fondamental allait servir néanmoins grandement au progrès des recherches. M. Blumenthal en effet l'utilisa en abordant dès 1925 l'étude des régions comprises entre le Río Guadiana Menor et le Campo de Gibraltar. En 1926 il publia une première synthèse où, selon la méthode des géologues alpins, il cherchait à coordonner les ensembles structuraux et à mettre en évidence des nappes cohérentes. Il s'aperçut bientôt que le style tectonique très désordonné n'était en rien comparable à celui des nappes helvétiques, et dans une succession de Mémoires échelonnés de 1927 à 1935 reprit l'étude détaillée de tous ces accidents. Son oeuvre qui complète et rectifie un mémoire Sur la Province de Malaga, de von Klebelsberg jette une vive lumière sur leurs particularités et leurs rapports avec les unités bétiques situées entre la méridien de Grenade et le Campo de Gibraltar. Fallot de son côté étudia de 1929 à 1935 la zone subbétique entre la Guadiana Menor et la province d'Alicante. Quatre Notes parues dans la *Géologie de la Méditerranée occidentale* de J. Marcet (1932-34) sont consacrées à des raccords stratigraphiques, puis un Mémoire d'ensemble aux descriptions régionales et à la tectonique (1945). A. Robaux, en 1936, apporta des précisions essentielles sur le Flysch gaditan et malagais, où il distingue des termes sénoniens, éocenes et oligocénes.

La bordure du Subbétique entre Iznalloz et Jaén, où Douvillé et Blumenthal avaient décrit des chevauchements importants, fut étudiée à nouveau par E. Alastrué (1944) et cet auteur conclut à l'autochtone d'une grande partie de ce que ses prédécesseurs tenaient pour charrié, résultat qui, vu l'hétéro-

pisme des séries secondaires étroitement rapprochées, pose de nouveaux problèmes non encore résolus.

A l'Est du bassin du Guadalquivir, la bordure externe du Subbétique a fait l'objet de Notes de Fallot et surtout d'un ouvrage d'ensemble de Brinkmann et Gallwitz publié dans la série des travaux de l'école de Stille. Ces auteurs analysent la stratigraphie des séries épicontinentales et mettent en évidence l'extension des faciès continentaux et des faciès zoogènes du Néocomien, comme aussi la tectonique de ce vaste domaine (1933). La province d'Alicante fit l'objet de très nombreuses Notes stratigraphiques de D. Daniel Jiménez de Cisneros dont le nom sera salué à nouveau lorsque nous parlerons de Paléontologie. En 1915 d'autre part D. Pedro de Novo en fit la description d'ensemble dans un élégant Mémoire. Après les recherches de ces savants B. Darder publia une jolie monographie de la région de La Romana (Alicante) et un travail sur celle d'Enguera (Valencia). Enfin un splendide Mémoire en deux tomes, riches de détails stratigraphiques et structuraux, accompagnés d'une carte géologique au 1/200.000, apporta, hélas après la mort prématurée du grand tectonicien espagnol, une étude magistrale des provinces d'Alicante et de Valence, c'est-à-dire de la terminaison Est de la zone disloquée qui frange au Nord le Subbétique. Deux Mémoires de Spiker et de Haanstra sur Ibiza (1935) publiés dans la *Géologie de la Méditerranée occidentale* de J. Marcet, une belle Note de Gómez Llueca sur Cabrera et Conejera (1927), une étude de Minorque par Hollister (1933), proposant une solution conforme aux vues de Stille au problème de la position des Baléares dans l'orogénie varisque et alpine, nous ramènent à l'extrémité du ramneau des Cordillères Bétiques et Subbétiques. Mais l'activité des géologues est infatigable. Depuis vingt ans, G. Colom, excellent spécialiste des Microforaminifères, apporte, tant sur les régions péninsulaires que sur Majorque, des données importantes qui éclairent d'un jour nouveau les problèmes stratigraphiques et paléogéographiques, et depuis 1944 Juan Bauzá, poursuivant aussi des récoltes à Majorque, a déjà de beaux résultats à son actif, notamment la découverte de Mammifères lutétiens dans certains des gisements de lignites de cette île (1948).

Cette fécondité dans la découverte de faits nouveaux appelait tout naturellement des vues synthétiques. H. A. Brouwer pour le Bétique, M. Blumenthal pour les régions occidentales en apportent dans leurs travaux. R. Staub émit en 1928 des hypothèses très poussées qu'il compléta en 1934, concluant à l'existence d'énormes nappes bétiques charriées du Sud au Nord et se prolongeant en profondeur vers l'Ouest jusque sous l'Océan.

Les géologues espagnols, de leur côté, ont marqué de nettes réticences à admettre l'existence de grands charriages dans les Chaines Bétiques. F. Hernández Pacheco, par exemple, donne quant aux gîtes de schistes bitumineux

du Nord de la Sierra de Ronda (1936) des coupes où, contrairement à Blumenthal, il tient le bord du Paléozoïque bétique pour totalement autochtone. E. Alastrué, comme on l'a vu, n'admet pas les charriages décrits par Douvillé. J. Carandell, il est vrai, outre son Mémoire primé par cette Académie (1925) intitulé *La morfología de la Sierra Nevada. Essayo de su interpretación tectónica*, a décrit des chevauchements dans la Sierra de Cabra (1927). A. Carbonell y Trillo Figueroa (1927) adopte une position réservée, tout en admettant l'existence de chevauchements, encore que limités. Une mise au point aussi objective que possible et confrontant les données tectoniques et celles de la stratigraphie a, enfin, été tentée en 1948, dans la belle série de *Estudios geológicos del Instituto Lucas Mallada*.

* * *

Cet aperçu infiniment résumé quant à l'Espagne péninsulaire doit encore être complété par un bref rappel de ce qui s'est fait dans les possessions et protectorats d'outre-mer.

Dans l'examen rapide de l'activité des géologues espagnols du XIX^e siècle nous avons passé sous silence celle qu'ils ont déployée au delà des mers, mais je m'en voudrais de négliger les recherches consacrées alors à Cuba par José Fernández de Castro, les travaux de Fray Antonio Llanos sur le Nummulitique des Philippines et sur le Mont Arayat, l'étude de José María Santos sur les mines de cuivre de Mancayán, et au cours des années 1864 et suivantes diverses Notes tant paléontologiques que géologiques relatives à La Habana, à Santo Domingo et aux Philippines.

En ce qui concerne les travaux récents sur les territoires espagnols d'outre-mer, nous retiendrons ceux qui concernent le Maroc, le Sahara espagnol et la Guinée.

Au Maroc, les premiers ouvrages d'ensemble sont dûs à l'activité de D. Agustín Marín qui publia coup sur coup, depuis l'Introduction au I^{er} volume des Etudes géologiques sur le Maroc (1917), une ample étude pétrographique sur les roches volcaniques des îles Chafarinas (qui avaient fait l'objet d'un travail préliminaire de S. Calderón en 1894) et, avec Dupuy de Lôme, P. Iruegas, F. Milans del Bosch et A. del Valle, deux tomes de Mémoires concernant d'une part le Nord-Ouest du Rif de Ceuta à Tetuán, avec une carte géologique au 1/100.000, puis d'autre part la Guelaya (1917-21). A. del Valle, de son côté, donna de 1917 à 1920 cinq Mémoires tant sur la géologie que sur l'hydrologie de la partie orientale du Maroc espagnol. Ces ouvrages, publiés par l'Instituto Geológico y Minero de España, avaient été précédés de 1907 à 1917 par huit Notes de L. Fernández Navarro.

Depuis lors des leviers détaillés ont été faits dans la chaîne calcaire, abou-

tissant à la publication d'abord de Notes préliminaires avec M. Blumenthal, puis de six feuilles géologiques au 1/50.000 et d'un Mémoire important par A. Marín et P. Fallot sur la *Cordillera del Rif*. L'Instituto Geológico y Minero de España à d'autre part publié une étude fouillée des Bokoya par M. Blumenthal et un Mémoire sur le Nummulitique du Rif espagnol par Fallot et Doncieux. G. Dubar peu après signa, en 1938, un Mémoire sur les Rhynchonellines de l'Infra-Lias du Djebel Xauen qui parut dans les publications du Service Géologique du Maroc français. Enfin ces dernières années sont sorties diverses feuilles géologiques relativement à la zone côtière atlantique.

Les régions plus lointaines du Sahara espagnol ont fait aussi l'objet d'investigations récentes parmi lesquelles il faut citer celles de F. Hernández Pacheco et d'Alia Medina.

Enfin en Guinée des travaux importants ont été poursuivis par D. Pedro de Novo et D. Joaquín Mendizábal, travaux que concrétise une belle carte géologique de cette colonie parue en 1933.

* * *

Nous sommes loin d'avoir épuisé toutes les branches des sciences géologiques dans lesquelles le siècle de 1849 à 1949 a vu se réaliser des progrès substantiels.

C'est un chapitre spécial qu'il faudrait consacrer d'abord aux formations plio-quaternaires. Celles-ci furent étudiées tant dans les vallées que sur les côtes. En 1920 Faura y Sans et Vilaseca décrivent la Delta du Llobregat; en 1922 R. Bataller traite du Tombolo du Montjuich, puis en 1925 des terrasses de l'Ebre; E. Hernández Pacheco consacre (1928) un Mémoire aux *Cinco ríos principales y sus terrazas*; la même année et les suivantes F. Hernández Pacheco étudie les terrasses du Jarama, du Pisuerga (1928) et du Duero (1932), puis traite du problème des terrasses pliocènes. Roman avait étudié en 1922 les terrasses du Tajo; Gignoux décrit ensuite les terrasses quaternaires de la côte méditerranéenne (1926), puis en collaboration, dans un Mémoire du Congrès de 1926, le Pliocène et le Quaternaire marins des côtes méditerranéennes d'Espagne; L. Solé en 1929 décrivit les terrasses du Segre.

Ces formations toutes récentes nous amènent à la géomorphologie, à laquelle le jeune école espagnole apporte une contribution qui serait à mentionner en détail si le temps ne nous faisait défaut. Qu'au moins soient évoqués les Mémoires que Juan Carandell publia de 1914 à 1935, l'étude des profils en long du Guadalaviar et du Guadalquivir par Carbonell (1927, 1928, 1934), les nombreux travaux de Dantín Cereceda de 1917 à 1919, les jolies études de F. Hernández Pacheco sur l'Extremadura Central (1947), les étu-

des de Vidal Box sur l'âge des surfaces des Montes de Toledo et les travaux de l'Ecole de Barcelone, tant ceux du Prof. L. Solé que ceux du Prof. Llopis Lladó, avec, en particulier, leur oeuvre en collaboration sur la terminaison septentrionale de la Cordillera Costera Catalana.

* * *

Il est clair que l'on ne fait pas de bonne géologie sans bonnes analyses paléontologiques. Les déterminations qui ont servi de base aux travaux dont il a été parlé jusqu'ici ont été faites souvent par les auteurs eux-mêmes, mais y eut aussi des paléontologistes assez marquants pour que leur oeuvre soit rappelée, fût-ce brièvement, dans cet exposé.

En matière Paléozoïque ancien, aux travaux de Barrois s'ajoutent ceux de P. Hernández Sampelayo qui sont de fondamentale importance et s'échelonnent sur une longue période qui n'est heureusement pas achevée. Mentionnons entre beaucoup d'autre ses *Fósiles de Galicia* (1915), ses Faunes gothlandiennes (1947), ses études sur le Dévonien du Sahara espagnol (1947) et le Mémoire récent publié par lui et D. Alejandro Hernández Sampelayo sur la *Fauna carboniféra de Villablino*. Les faunes du Cambrien furent étudiées en 1940 par R. et E. Richter; Thoral décrivit en 1947 des fossiles acadiens du Nord-Ouest de l'Espagne; von Gaertner à donné en 1930 une monographie des faunes du Silurien supérieur des Pyrénées; P. Groth avait étudié en 1911-12 les faunes paléozoïques et carbonifères du Nord-Est de l'Espagne; M^{sr} Delépine publia en 1943 un important Mémoire sur les faunes du Carbonifère des Asturias.

C'est surtout quant au Secondaire que les œuvres abondent. Würm puis Martin Schmidt firent d'importantes études sur la faune du Trias. Les faunes les plus variées ont été étudiées depuis 1921 par le Chanoine R. Bataller, le paléontologue barcelonais bien connu. Nous mentionnerons ici en particulier ses Notes et Mémoires sur les Spongiaires, les Coralliaires du Crétacé, les Echinodermes, les faunes jurassiques de Valence, les Vertébrés éocènes et miocènes, etc. Il réunit depuis peu une partie des publications faites sous sa direction dans les *Trabajos del Laboratorio de Geología del Seminario Conciliar de Barcelona*, dont trois forts volumes ont déjà paru. C'est au Secondaire, et spécialement au Liás, que sont consacrées les très nombreuses Notes de feu Jiménez de Cisneros, correspondant de cette Académie, sur les faunes alpines des provinces d'Alicante et de Murcie (1903-35). Les faunes jurassiques de Cardó étudiées par Fallot et Blanchet (1923), le Callovien de Sarrión décrit par Román (1923), les Ammonites du Néocomien, de l'Aptien et du Gault étudiées par Fallot et Termier (1910-23), les Polypiers gargasiens décrits par Alloiteau (1948), les Inocérames d'Alicante et Valence décrits par R. Heintz (1936), les Rudistes du Nord de l'Espagne décrits par

J. Garrido (1942), les faunes principalement crétacées analysées par R. Ciry (1940), les faunes de Majorque décrites par J. Bauzá, les faunes de Bryozoaires maestrichtiens (1944) et tertiaires de Majorque (1945) décrites par J. Barrero montrent que tous les horizons secondaires firent l'objet de travaux paléontologiques plus ou moins poussés.

Le Tertiaire n'a pas été moins étudié. Des Mémoires importants furent consacrés aux Foraminifères par Lemoine et Douvillé (1904), par Doncieux et surtout par Gómez Llueca qui publia en 1929 une monographie très détaillée sur *Los Numulítidos de España*. Sur les Polypiers éocènes, nous citerons un important Mémoire de L. Solé (1942). J. Lambert dans le deux volumes de sa *Révision des Echinides fossiles de Catalogne* traita beaucoup d'espèces tertiaires (1927-28). Les Corallinacées de Catalogne, les Mélobées du bassin de Grenade furent étudiées par M^{me} P. Lemoine.

Ce sont surtout les Vertébrés qui firent l'objet de Mémoires nombreux. Les ouvrages essentiels sont dûs en ces matières à des savants espagnols: de 1914 à 1921 E. Hernández Pacheco donna des monographies des Vertébrés miocènes de la Péninsule Ibérique, puis de Calatrava. E. Dupuy de Lôme et F. de Caleya décrivirent en 1916 les Mammifères miocènes du Rincón de Ademuz. Román et Royo Gómez étudièrent les Mammifères lutétiens du bassin du Duero (1922), Gómez Llueca des Poissons fossiles de diverses provenances (1918, 1930). Villalba et Crusafont, enfin, se sont placés depuis 1933 par leurs découvertes et leurs descriptions de faunes méotiques et pontiques au rang des meilleurs spécialistes des Mammifères fossiles.

Quant à la Paléontologie des Microforaminifères tant tertiaires que secondaires, elle a trouvé en G. Colom un excellent et actif spécialiste dont la notoriété a largement dépassé les frontières.

Dans cette rapide et partielle mention il convient de rappeler que s'il n'existe pas de grand traité général des animaux fossiles en Espagne, le Consejo Superior de Investigaciones Científicas comble actuellement cette lacune et vient de publier le premier tome d'un *Traité de Paléontologie* œuvre du Prof. Bermudo Meléndez Meléndez.

* * *

Après les notables pétrographes espagnols du XIX^e siècle Francisco Quiroga et Gonzalo y Tarín, la Pétrographie fut cultivée depuis le début du siècle par beaucoup d'auteurs espagnols, continuateurs d'Adán de Yarza et de Salvador Calderón, dont l'activité entre la fin du XIX^e siècle et 1919 s'était traduite par plus de cinquante Notes et Mémoires. Depuis lors nous citerons les monumentales études d'Orueta, successeur de Sánchez Lozano à l'Académie, sur la Serranía de Ronda (1917) et la Sierra Almijara (1922), de nombreuses Notes de L. Fernández Navarro, qui fut titulaire ici de la médaille 21, l'étu-

de des roches éruptives de Gerona, Camprodón, etc. par Font y Sagué (1902-7), le beau Mémoire d'Agustín Marín (médaille 21) sur les roches des îles Chafarinas, les travaux de Ferrando Más sur les roches éruptives de Zaragoza (1905, 1907, 1925), des études de M. Faura y Sans sur le métamorphisme de contact des granites d'Alforja (1921), du Prof. L. Solé sur le Tibidabo (1932), de Lagraya sur le métamorphisme et la structure de la houille à Puertollano (1933), d'Enrique Rubio et M. de Cincúnegui sur les roches hypogéniques d'Espagne (1933). Des travaux plus localisés ou occasionnels furent faits par le Comte de Chaves sur les roches basaltiques de la province de Córdoba, par M^{me} Jérémie sur les roches du groupe de la jumillite (1929), par Gallwitz sur Jumilla (1933). M^{me} Jérémie vient encore, après L. Fernández Navarro, d'apporter en trois denses Notes une importante contribution à la pétrographie des Canaries.

Mais, parmi l'œuvre pétrographique espagnole moderne, une part essentielle est dûe au Prof. D. Maximino San Miguel de la Cámara. Après avoir, en 1911, débuté par une thèse sur les dunes d'Espagne, il aborda la pétrographie en 1912 et en devint bientôt le spécialiste espagnol le plus éminent et le plus infatigable. Vous l'avez nommé correspondant de cette Académie. Le nombre des Mémoires descriptifs qu'il a consacrés à toutes les roches d'Espagne ne se compte plus. Il a réuni une partie de ses connaissances dans une œuvre considérable primée en 1933 au concours de la Real Academia: *Estudio de las rocas eruptivas de España* (1936) qui est tout de suite devenue la Bible de tous ceux qui s'occupent de la pétrographie de la Péninsule. Obligé de se cacher durant la domination rouge, il en profita pour écrire deux ouvrages également précieux: l'un *Clasificación de las rocas eruptivas* (1942) et l'autre *Diccionario petrográfico*, tome I: *Rocas eruptivas*. Tous deux sont très souvent consultés avec fruit, même à l'Etranger.

Dans un autre ordre d'idées il faut citer l'ouvrage important de Parga Pondal *Quimismo de las manifestaciones magmáticas cenozoicas en la Península Ibérica* (1935) où l'on trouve, sous une forme claire et originale, des idées théoriques très modernes, dans l'esprit des pétrographes de l'école de Niggli.

Si la pétrographie des roches sédimentaires n'a pas été cultivée par beaucoup d'auteurs, je ne saurais omettre le grand Mémoire de P. Hernández Sampelayo sur les phosphates de l'Afrique du Nord et du Levant, illustré de 21 planches magnifiques (1923) et les travaux multiples de G. Colom, déjà mentionnés par leurs conséquences quant à la paléocénographie des Baléares et des Côtes du Levant, et qui mettent ce spécialiste au rang des meilleurs lithologistes et microforaminiféristes d'Europe.

Passant de la pétrographie au volcanisme récent, nous aurions aussi une foule de travaux à mentionner. Nous ne pourrons le faire qu'à vol d'oiseau.

La région volcanique de Ciudad-Real fut étudiée de main de maître en 1928 par D. Eduardo Hernández Pacheco ; en 1932 D. Francisco Hernández Pacheco publiait sa *Región volcánica central de España* que votre Académie avait primée au concours de 1930. En 1928 Francisco Hernández Pacheco étudiait aussi *Los volcanes de la Mancha*. En 1933-35 Burri et Parga Pondal publièrent dans le *Bulletin Suisse de Minéralogie et Pétrographie* des études sur le pétrographie des roches volcaniques récentes des Campos de Calatrava. Un autre groupe de volcans quaternaires existe dans la région d'Olot, en Catalogne. Connue depuis longtemps, il donna lieu à une abondante littérature parmi laquelle nous citerons les travaux détaillés de J. Marcet (1925), puis diverses communications d'auteurs occasionnels : T. Oguera 1931, Mouchketoff 1931, Lewinson-Lessing 1931, Basil y Montas. Gelabert de son côté a étudié (1930-34) le processus de décomposition des basaltes de la province de Gerona.

L'activité volcanique, avant de se limiter aux territoires de l'intérieur de la Péninsule s'était manifestée largement sur les côtes. Les formations volcaniques d'Alborán ont été réétudiées par C. Burri et J. Parga Pondal. Les volcans du Cap de Gata, eux, sont anciens—pliocène sans doute. Les mêmes auteurs viennent de décrire l'andésite de Hoyazo en Níjar (Almería). Mais plus au Nord-Est, si certaines venues éruptives sont pliocènes (Vera, Cartagena), il est possible que les petits volcans de la région de La Unión, d'aspect si frais, soient plus jeunes.

Enfin citons, hors de la Péninsule, les volcans des Canaries dont les fumerolles furent étudiées au début du siècle par le vulcanologue suisse Brun. Peyre Gavati publia des travaux sur les éruptions du Pic de Teide (1907), puis H. Pacheco, en 1915, des études géologiques sur les Canaries. Heink donna à Freiberg en 1929 une description du Pic de Teide.

* * *

Dans ces ensembles si variés de matières ou au cours des travaux de géologie régionale divers auteurs s'élevèrent déjà aux vues d'ensemble. Mais il est un certain nombre de travaux que nous n'avons pu encore mentionner et qui revêtent du point de vue général une grande importance. Par ordre de dates nous aurons d'abord à citer ici le volume de la série du *Handbuch der Regionalen Geologie* consacré à l'Espagne et dû à R. Douvillé (911-112). Cette mise au point résume en 200 pages l'essentiel des données fournies par les auteurs classiques espagnols et certains étrangers. Elle comporte les premiers schémas de répartition de faciès qui aient été donnés des diverses formations de la Péninsule et constitua jadis un bon instrument de travail.

Sur un plan différent, nous retiendrons le bel ouvrage d'E. Hernández Pacheco, *Síntesis geológica de la Península Ibérica* (1912), puis celui d'E. et F. Hernández Pacheco *Características geográfico-geológicas del solar hispano* formant induction à *l'Historia de España* de Menéndez Pidal (1947). Lucas Fernández Navarro publia en 1925 des considérations sur les translations continentales, puis en 1926 une analyse des théories de Lyell, de Suess et de Wegener. En 1932 L. Kober effleure l'Espagne en traitant *Das Riffproblem*. En 1926 Wilfrid von Seiditz avait abordé beaucoup de problèmes fouchant à l'Espagne dans son ouvrage *Diskordanz und Orogenese der Gebirge am Mittelmeer*.

Staub après ses *Gedanken sur Tektonik Spaniens*, (1928), traite en 1934 des *Deckenbau Südspaniens*, enfin 1939 voit paraître l'ouvrage déjà cité de *Richter Alpen, Pyrenäen und Korsika*.

Dans un ordre d'idées plus objectif et je dirais plus constructif, il faut saluer l'apparition des grands ouvrages de D. Primitivo Hernández Sampelayo *El Sistema Cambriano* (1934), *El Sistema Silúrico* (1942), la *Geología de Portugal* (1941), la *Clasificación del Carbonífero* (1947). J. Marcet Riba de son côté étudia dans un Mémoire paru en 1945 *La evolución paleogeográfica del NE. de España y de las Baleares*. Et sur le plan tectonique, comment ne saluerai-je pas le beau Mémoire si moderne de pensée et si objectif consacré par J. M. Ríos au *Diapirismo* (1948).

* * *

Nous en arrivons à des disciplines particulières, paragéologiques si l'on peut dire, mais qui jouent ici un rôle plus grand que dans beaucoup de pays d'Europe : l'étude des gîtes minéraux et métallifères, la prospection géophysique et l'hydrologie.

Elles priment dans la production bibliographique de l'Instituto Geológico, à la fois du fait de la constitution du sol ibérique et du fait de l'organisation même de ce Service Géologique.

Qu'il s'agisse de l'ancienne Comisión del Mapa Geológico, ou au début de ce siècle de l'Instituto Geológico, ou enfin de l'Instituto Geológico y Minero de España, l'esprit de l'organisme n'a pas changé, et son action s'est étendue à des domaines qui échappent souvent aux Services Géologiques étrangers.

Si en France par exemple, le Service Géologique créé par Elie de Beaumont avec un cadre d'ingénieurs des Mines à dû très vite faire appel aux géologues purs, généralement de formation universitaire, si, en Suisse où les gîtes minéraux sont presque inexistants, ce furent essentiellement des universitaires qui coopérèrent dès l'origine aux recherches géologiques, l'Es-

pagne, qui ressortit largement aux vieilles plateformes richement minéralisées, devait tout naturellement orienter l'effort essentiel de son Service Géologique vers les ressources minières. Ainsi les «vocales» de l'*Instituto Geológico* ont-ils continué à se recruter exclusivement parmi le Corps des Mines. L'Etat lui-même, préoccupé de connaître les richesses de son sous-sol, orienta toujours l'activité essentielle du Service vers la métallogénie. Ce n'est que de rare en rare jadis, plus fréquemment d'ailleurs actuellement, que l'on fit un appel graduellement élargi aux géologues universitaires pour le lever des cartes géologiques. Ces circonstances expliquent aux étrangers qui ne connaissent pas les conditions dans lesquelles se trouve l'Espagne, que les *Memorias*, le *Boletín* et les *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero* comportent une proportion considérable de travaux miniers, de métallogénie et d'hydrologie. De cette préoccupation dominante devait découler une seconde conséquence. Dans la plupart des pays étrangers, la part de recherches par prospection géophysique menées par les Services géologiques est relativement réduite. En Espagne il était naturel que l'outil géophysique fût mais dans les mains mêmes du Service Géologique. Très tôt, l'on s'y préoccupa des investigations gravimétriques notamment pour l'étude des gisements de potasse. Puis un éminent spécialiste, un maître, ayant surgi en la personne de D. José García Sineriz, les investigations géophysiques prirent en Espagne une énorme importance, qu'elles conservent tout naturellement aujourd'hui où c'est leur grand promoteur qui préside aux destinées de l'*Instituto Geológico y Minero de España*.

Enfin, il est une autre conséquence des conditions propres à l'Espagne : c'est le développement énorme aux yeux d'un Anglais ou d'un Scandinave, voire d'un Français, du Service qui s'occupe d'hydrologie.

De tous les minéraux d'Espagne le plus précieux et hélas celui qui manque le plus est l'eau.

Dans des pays pluvieux les Services de l'Etat se bornent à émettre un avis sur les conditions de captage des sources. En Espagne, le liquide vital est rare. Pour le rechercher et le récolter il faut des kilomètres de galeries et de forages. Ainsi à l'*Instituto Geológico* le personnel de la Section d'Hydrologie souterraine comporte-t-il huit ingénieurs et six autres collaborateurs, avec vingt ingénieurs dans les Délégations provinciales.

Un seul chiffre, tiré de la *Memoria General del Instituto Geológico y Minero* pour 1944 fixera les idées. De 1940 à 1944 il a été fait 509 grands travaux d'investigations pour la recherche d'eau. On a pu donner de l'eau à 52 localités que la sécheresse croissante menait à la ruine. On a capté assez d'eau pour ouvrir à la culture 1.247 hectares. La cadence à laquelle se poursuivent les travaux d'hydrologie devra s'accroître pour augmenter la production agricole d'un territoire dont, depuis quarante ans, la population

à doublé. *Les mines et l'hydrologie sont donc deux pôles spécifiquement espagnols de l'activité de l'Instituto Geológico y Minero de España.*

Et l'on comprend alors mieux cette phrase du discours par lequel Daniel de Cortazar accueillait dans cette Académie son collègue Lucas Mallada : «Peu importe que les Services Géologiques de France, d'Allemagne, des Etats-Unis, etc. suivent des voies distinctes de la nôtre...» Détachée de son cadre, elle paraîtrait pleine de superbe. En réalité elle exprimait cette vérité qu'en Espagne les nécessités sont sur un plan tout différent de ce qu'elles sont ailleurs.

Venons-en à quelques brèves notes sur les chapitres dépendant plus spécialement de l'*Instituto Geológico y Minero*.

De l'immense somme d'études et rapports qui ont paru soient dans les Mémoires, soit au *Boletín*, soit dans les *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, je ne citerai que l'essentiel.

Et dans cet essentiel je citerai en premier le grand inventaire des gisements de fer.

En 1909 ce sont les minerais de fer de Lugo par Eleicegui, en 1912-13 Villasante donne l'étude des minerais de fer de Mazarrón et de l'Espuña. En 1913 César Rubio publie ses gîtes de fer de Cehegín et de la province de Murcie. En 1913 encore, R. Sánchez Lozano fait paraître *Los criaderos de hierro de la provincia de Murcia*. En 1918 ce sont les gisements de Guadalajara et Teruel que décrit Kindelán. De 1913 à 1916 L. de Adaro donne les énormes volumes relatifs au fer des Asturies. En 1922 et 1931 P. H. Sampelayo décrit les gisements de galène. En 1925-28 R. Guardiola décrit les gîtes d'Almería et de Granada. A. Carbonell étudie en 1948 *Los yacimientos de plomo de la provincia de Córdoba*.

Parallèlement sont publiés des travaux relatifs aux gîtes de pyrites qui sont une des richesses de la Péninsule, travaux auxquels divers étrangers apportent d'importantes contributions. Le dernier ouvrage en date de Roso de Luna est consacré à la génèse des gisements de pyrites de Huelva.

Meseguer Pardo décrit les gîtes de soufre de Murcia et d'Almería (1924) et en 1948 émet des vues originales sur les gisements de cuivre du SO. de l'Espagne. E. Hernández Pacheco étudie les filons stannifères et les minéraux radioactifs de Cáceres en 1902-6. César Rubio et Juan Gavala font des recherches sur le molybdène dans les provinces de Granada et d'Almería. F. Díaz et J. Garrido réétudient en 1928-31 le gisement de mercure d'Almadén auquel, entre autres, un livret-guide du Congrès Géologique de 1926 avait été consacré. P. H. Sampelayo en 1946 étudie à son tour les gisements de mercure et d'étain. Gálvez Cañero publie en 1943 le résultat de ses recherches sur les chromites de Beni-Buxera, au Maroc.

Divers Mémoires sont consacrés aux gîtes d'or tant filoniens (Rodalquilar, Marín, 1913, 1915) que des sables aurifères (Miguel Moya, 1947-48). Enfin l'uranium n'est pas oublié. Romero Ortiz de Villacián (1943-46) et une commission spéciale en étudient les gîtes et un fascicule spécial des Mémoires est consacré en 1946 à ce corps.

La potasse fait l'objet de recherches intenses dont il a été question au sujet des travaux d'A. Marín sur le bassin de l'Ebre (1923, 26 et 27). En outre A. del Valle en découvre un riche bassin en Navarre.

Le pétrole n'échappe pas à l'enquête. Aux études de Juan Gavala sur les régions pétrolifères d'Andalousie (1916) succède la description par le même auteur des gisements d'Huidobro (1916). Jiménez de Aguilar donne en 1928 à la Real Sociedad Española de Historia Natural une étude sur les indices de Cuenca. En 1932 P. H. Sampelayo expose en un bel article l'ensemble des investigations de pétrole en 1937 Dupuy de Lome publie un ouvrage sur le même sujet, et en 1949 J. M. Ríos donne une bien et précise mise au point sur les recherches poursuivies en Espagne.

La Géophysique touche par bien des points à la Géologie, encore que dans ses interprétations elle ait un caractère très conjectural. Il est donc nécessaire ici d'évoquer au moins deux de ses aspects: celui de science pure et celui de science appliquée, tous deux représentés dans les publications de l'Instituto Geológico y Minero et de cette Académie.

Dans le premier des domaines il faut mentionner l'œuvre considérable du grand sismologue espagnol D. Vicente Inglada Ors, titulaire de la médaille 28 de la Real Academia depuis 1928 et dont nous déplorons la perte toute récente. La portée et les bases même de cette œuvre dépassent forcément le périmètre national. Quatre de ses Mémoires furent primés par votre Académie en 1925-26. Ses ouvrages sur *El Megasismo japonés de 1923* (1926), sur la *Condición isostática de la corteza terrestre* (1927), sur le calcul de la profondeur des foyers sismiques (1928) font autorité. Et du point de vue local les géologues ont grand intérêt à consulter ses *Isanómalas de la gravedad en España* (1927).

De son côté D. Alfonso Rey Pastor a étudié la séismicité des régions littorales d'Espagne (1931) et D. Guillermo Sans Huelin fit des campagnes gravimétriques dans la Sierra Nevada, campagnes dont les résultats parurent en 1926, 29 et 31, et méritent toute l'attention des géologues.

Du point de vue appliqué, dès 1926 Barandica et J. Milans del Bosch étudiaient les anomalies de la gravité, puis ils appliquèrent l'usage de la balance d'Eötvös-Schweydar au bassin potassique catalan.

Depuis vingt ans, D. José García Sineriz compose un gigantesque corpus dont trois gros tomes ont paru (1933-44) sous le titre général *Interpretación geológica de las mediciones geofísicas aplicadas a la prospección*. Dès 1930

ce savant, en précurseur mondial, avait appliqué simultanément toutes les méthodes connues de prospection géophysique à l'étude du synclinal houiller de Villanueva de las Minas et le beau Mémoire qui en exposait les résultats a permis de juger excellemment des possibilités offertes par chacun d'eux. L'oeuvre de D. José García Siñériz, qui s'enrichit sans cesse, fait le plus grand honneur à l'*Instituto Geológico* et à la science espagnole.

* * *

Messieurs, voici trop longtemps que je parle et je n'ai su qu'esquisser incomplètement la matière si vaste que je devais proposer à vos méditations, les résultats si riches que je souhaitais soumettre à votre admiration. La seule énumération des principaux efforts réalisés, des principaux résultats obtenus suffit à montrer les étapes d'une connaissance qui ne cesse de gagner en profondeur comme en extension.

La période héroïque se clôt par la publication de la *Carte Géologique d'Espagne* au 1/400.000 et de son explication par Mallada. La période suivante est marquée par l'extension des recherches effectuées par les «vocales» de l'*Instituto Géológico de España*, et aussi par une activité féconde mais un peu désordonnée des géologues universitaires espagnols ou étrangers. Ces recherches privées ont été grandement activées par le Congrès Géologique International de 1926, dont le succès est l'oeuvre de l'*Instituto Geológico y Minero de España*. En 1932 paraît la jolie *Carte géologique* au 1/1.000.000.

Depuis lors, la connaissance de la Géologie de l'Espagne est entrée dans une phase nouvelle par le fait qu'on a systématiquement abordé la publication de la carte géologique détaillée au 1/50.000. C'est en effet, ce ne sera jamais autrement que sur la base de leviers détaillés que des progrès seront faits, non seulement dans la connaissance de la géologie régionale d'un pays, mais dans le champ si vaste des conceptions théoriques. Pour prendre deux exemples topiques, il est certain que les vues géniales de Marcel Bertrand n'auraient pu naître s'il n'avait disposé pour ses rapprochements des leviers détaillés des géologues suisses sur la région glaronaise; et les idées modernes sur la tectonique d'écoulement n'auraient jamais été concrétisées par M. Lugeon sans le secours des cartes détaillées et modernes des Alpes Helvétiques. Une carte géologique détaillée bien faite n'est pas seulement un luxe intellectuel. C'est l'outil moderne que l'Etat se doit de mettre à la disposition de toutes les collectivités qui entreprennent des travaux de génie civil, le document concret sur lequel les savants doivent pouvoir travailler pour faire progresser la science. Et en cette matière il m'est particulièrement agréable de rendre hommage à l'effort considérable qui se réalise depuis quelques années. Franchissant le stade intermédiaire que représentent en Autriche la carte géologique en hachures au 1/75.000, en Suisse l'ancienne carte en ha-

chures au 1/100.000, en France la vénérable 1/80.000, l'Espagne passe d'embûlée du 1/400.000 sans figuré du terrain au 1/50.000 en courbes. Ces feuilles détaillées, souvent excellentes, sont devenues remarquables depuis l'introduction des leviers photogrammétriques. Et ce m'est un agréable devoir que de payer ici le tribut de reconnaissance des géologues à l'éminent spécialiste de la photogrammétrie qu'est l'Inspecteur général des Ponts et Chaussées D. José María Torroja Miret, Secrétaire perpétuel de cette Académie. C'est grâce à l'oeuvre féconde et remarquable des topographes espagnols que l'Instituto Geológico y Minero a pu entreprendre cette grande tâche de cartographie géologique. A la date de 1944, 83 feuilles géologiques au 1/50.000 avec leurs Notices explicatives avaient paru. En 1948, on en comptait plus de 100. Cette cadence fait bien augurer du progrès d'une entreprise dont le succès sera pour le plus grand honneur de la science espagnole et dont les premiers résultats apportent déjà une féconde contribution à la science universelle.