

Notice biographique sur Michel LEGRAYE (1895-1959)

Secrétaire général honoraire
de la Société Géologique de Belgique

Ce n'est pas sans une émotion profonde que j'ai accepté de rédiger la notice biographique sur Michel LEGRAYE, qui fut l'un de mes élèves préférés, mon collaborateur immédiat pendant de nombreuses années, mon successeur à l'un des cours les plus importants de mon enseignement.

Michel LEGRAYE est né à Ostende le 18 avril 1895. Son père était d'origine liégeoise, sa mère était flamande. C'est dans sa ville natale qu'il fit ses études primaires, puis ses humanités à l'Athénée d'Ostende où il laissa le souvenir d'un excellent élève. Cette ascendance à la fois flamande et wallonne, le milieu même où il passa sa prime jeunesse, lui valurent cette culture bilingue qui lui rendit tant de services au cours de sa carrière.

Lorsqu'éclata la guerre 1914-1918, LEGRAYE s'engagea comme volontaire au 7^e régiment de Ligne. Pour sa brillante conduite au front, il se vit octroyer plusieurs distinctions honorifiques ; grand blessé de guerre, il quitta l'armée avec le grade de lieutenant.

J'ai fait la connaissance de Michel LEGRAYE en 1920, très peu de temps après la première guerre mondiale. Le gouvernement avait accordé aux jeunes gens engagés volontaires à l'Armée des facilités exceptionnelles pour leur permettre de réduire au minimum leurs études universitaires.

LEGRAYE en voulut profiter et, en octobre 1920, il entra en deuxième année de la Faculté technique de l'Université de Liège, avec le désir d'obtenir le diplôme d'ingénieur des mines. Sitôt après la rentrée académique, il abordait l'étude de la géologie et prit ainsi part à une excursion que je conduisais aux sablières du plateau de Bonnelles.



En abordant la première carrière, il fallut descendre un talus abrupt dans la masse sableuse. Je le fis sans effort, suivi par tous les étudiants, sauf un seul. Je ne manquai pas de l'interpeler avec une pointe d'ironie, mais il ne répondit pas et, par un détour, rejoignit le groupe au fond de la sablière. L'excursion terminée, sur le chemin du retour, il s'approcha de moi pour s'excuser de n'avoir pas suivi ses camarades, m'expliquant que blessé grièvement à la jambe au cours de la campagne, certains exercices physiques lui étaient très pénibles, voire impossibles.

Et ce fut le professeur qui présenta ses excuses au jeune étudiant !

Cet incident, banal à première vue, m'avait cependant permis de découvrir dans Michel LEGRAYE une volonté tenace, une énergie peu commune, un désir d'apprendre malgré le désavantage dont il souffrait.

Dès l'année suivante, son goût pour les sciences minérales s'étant développé plus encore, je lui offris de l'attacher à mon service en qualité d'élève assistant. Il me fut ainsi d'un secours précieux pour le développement de mon enseignement et pour la préparation des excursions dont j'avais la charge durant la XIII^e session du Congrès géologique international (Bruxelles, 1922).

A cette époque, j'avais à assurer l'enseignement de la géologie appliquée. Cette science était en plein essor ; de nouvelles méthodes de recherches étaient usitées notamment aux Etats-Unis d'Amérique. Je suggérai à LEGRAYE de solliciter une bourse de la Commission for Relief in Belgium ; il l'obtint sans peine et partit en septembre 1922 pour l'Université Stanford en Californie. Il y travailla sous la direction de maîtres éminents : BAILEY-WILLIS, El. BLACKWELDER, TOLMAN, ROGERS. Il revint en Belgique en 1923 avec le titre de Master of Arts in geology.

Il avait profité largement de son séjour en Amérique pour faire de grandes excursions, pour visiter des laboratoires. Il était bien préparé pour prendre place dans le Corps Enseignant. Ce fut sans peine que je pus lui faire attribuer le mandat d'Assistant du Cours de géologie appliquée.

C'était le début de sa carrière dans l'Enseignement Universitaire. Lorsqu'il arriva au terme de son mandat d'assistant en 1927, LEGRAYE fut promu répétiteur du cours de géologie.

En même temps il était associé du Fond national de la Recherche Scientifique. En 1933, à la mort du professeur Eug. Prost, il fut chargé du cours de géographie industrielle, auquel je fis ajouter les notions de géographie minière que je professais à l'Ecole des Mines. Le rétablissement de ce cours sous sa forme originelle fut heureuse car LEGRAYE put donner l'essor à ses conceptions sur des problèmes d'intérêt économique où sa connaissance de la géologie appliquée lui furent d'un secours précieux.

En 1938, il fut promu au grade de professeur ordinaire près la Faculté des Sciences appliquées.

Durant son professorat, il étendit peu à peu le champ de son activité dans le domaine de l'enseignement. C'est ainsi qu'au cours de géographie minière et industrielle, il adjoignit les cours de minéralographie, de prospection minière, de géologie appliquée, de préparation des minerais et charbons, d'hydrogéologie et enfin du cours si important aujourd'hui de la géologie des matières premières de l'industrie nucléaire.

Dans le domaine de l'Université, il remplit aussi les charges de secrétaire, puis de doyen de la Faculté des Sciences appliquées, de président de l'Ecole supérieure des Sciences économiques et commerciales.

LEGRAYE fut un excellent professeur. Ses leçons étaient préparées avec soin ; il en exposait la matière dans une langue claire et simple avec concision mais aussi avec précision. Ses écrits portent d'ailleurs la trace de cette tournure d'esprit.

Il s'employa toujours à rendre aisé le travail de ses élèves. Il rédigea pour eux des notes de cours d'où l'accessoire était banni pour ne garder que l'essentiel. Il ne chercha jamais — et c'est dommage — à publier un traité didactique de géologie appliquée ; il craignait qu'un tel ouvrage ne fut trop rapidement périmé eu égard aux progrès incessants de la Science qu'il était chargé d'enseigner.

Notre confrère avait sa place toute indiquée aux postes de confiance des sociétés savantes dont il faisait partie : Administrateur de la Société Belge d'Etude et d'Expansion, Président de la section de Liège de l'Association des Ingénieurs sortis de l'Ecole de Liège et président du Comité scientifique de cette Association.

C'est cependant à la société géologique de Belgique qu'il a joué le rôle le plus éminent.

Pendant vingt-cinq années, il en fut le secrétaire général : il me remplaça dans ces fonctions en 1933. Suivant l'exemple de ses prédécesseurs, il présenta chaque année à l'assemblée générale, un rapport sur l'activité de la Société, rapport qui était en même temps une analyse succincte de tous les travaux présentés durant l'année sociale. Ces rapports étaient établis avec un soin minutieux et leur lecture est pleine d'enseignements : ils reflètent ce qu'étaient à ce moment les préoccupations les plus marquantes des géologues apportant leur contribution aux publications de la Société.

Lorsqu'il demanda au conseil de la Société d'être déchargé de ses fonctions, il reçut le titre de secrétaire général honoraire, mais il se refusa avec obstination à ce que ses confrères lui marquent leur reconnaissance au cours d'une manifestation intime. Nous avons tous regretté cet excès de modestie de la part d'un homme qui s'était tant dévoué pour la Société dont il guida les destinées pendant un quart de siècle.

Ses confrères espéraient le voir arriver à la présidence pour l'année 1959-1960, La mort n'a pas permis que leur désir s'accomplît.

Michel LEGRAYE s'était vite fait une réputation enviée dans le monde scientifique. Aussi fut-il fait souvent appel à sa compétence par des organismes officiels ou privés.

Profondément attaché à l'Université de Liège, LEGRAYE s'est toujours préoccupé de participer au développement des institutions vouées à son épanouissement et à la recherche scientifique. Il était commissaire de l'Association des Amis de l'Université de Liège ; il représentait celle-ci au Home des Etudiants et au Conseil d'Administration de la Fondation de l'Université de Liège pour la Recherche au Congo Belge.

A des moments graves de notre histoire, il fut appelé comme conseiller auprès du Ministre des Affaires Economiques et fut aussi membre du conseil supérieur de la Sécurité civile.

Il a occupé d'importantes fonctions à l'Institut pour la Recherche scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture et à l'Institut pour la Recherche Scientifique au Congo Belge.

Il fut membre du Conseil géologique de Belgique, de la commission de géologie du Ministère des Colonies ; il eut la charge de présider la Commission consultative de géologie coloniale ; il fut aussi administrateur du Syndicat pour l'étude géologique et Minière de la cuvette centrale du Congo belge, membre du Conseil d'Administration de l'Institut national pour l'étude des charbons, président du Conseil professionnel du métal. Le Gouvernement le chargea d'être son représentant au 1^{er} congrès international de l'Habitat de l'Étudiant. LEGRAYE fut encore membre du Conseil de perfectionnement de l'Enseignement Supérieur, de la Commission permanente de la protection des titres universitaires, de la Fondation universitaire.

Il accomplissait toutes ces fonctions avec une parfaite aisance, semble-t-il, grâce à son esprit ordonné, méthodique, opiniâtre, réaliste dans l'effort. On peut dire de lui que, durant toute sa vie, il s'est appliqué avec tenacité à atteindre les objectifs choisis au fur et à mesure du développement de ses études.

LEGRAYE a beaucoup voyagé au cours de sa carrière. Sans doute son premier voyage en Amérique durant l'année 1922-1923 lui avait-il fait prendre goût aux voyages lointains, car il avait visité les Etats-Unis, le Canada, le Mexique et l'Alaska.

Durant notre étroite collaboration universitaire, il participait aux excursions en pays étrangers que j'organisais chaque année ou au moins tous les deux ans pour les étudiants avancés des cours de géologie. C'est ainsi qu'il m'accompagna en France, en Angleterre, en Allemagne, en Tchécoslovaquie, au Danemark, en Espagne, en Roumanie et Yougoslavie, en Italie. Il fut toujours pour moi un auxiliaire des plus précieux, s'employant à bien préparer le voyage, prenant durant celui-ci toutes les dispositions utiles pour en obtenir le meilleur rendement. Et tout cela était fait méthodiquement, avec calme, avec ponctualité, avec bonne humeur, avec esprit. Mes élèves avaient pour lui une réelle affection en même temps qu'ils admiraient son esprit d'ordre et de méthode.

Par après, lorsqu'il eut lui-même la charge d'un enseignement important, il profita de toutes les occasions pour parfaire ses connaissances en visitant d'autres pays. Il était d'ailleurs sollicité par les industriels de leur venir en aide dans l'étude de leurs

gisements ; c'est ainsi qu'il devint le Conseiller des Mines d'or de Salsigne, de la régie de Kilo-Moto et de la Minière des Grands Lacs au Congo belge. Ces dernières fonctions lui valurent le privilège de pouvoir se rendre à maintes reprises dans notre colonie africaine ; il étudia aussi, du point de vue minier, le bassin du Zambèze.

A l'occasion de la célébration du centenaire du Comité spécial du Katanga, il fut invité à prendre part aux cérémonies organisées à Elisabethville.

Michel LEGRAYE vivait très simplement avec sa sœur Mlle LEGRAYE qui fut pour lui une compagne attentive et dévouée. Il avait aménagé un intérieur charmant dans la maison de ses parents, rue Wazon à Liège : il y avait placé de jolis meubles, des objets d'art, des tableaux choisis avec soin dans les expositions qu'il aimait visiter. Fils d'artiste, il était doué d'un goût très sûr et savait mettre en valeur les pièces qu'il s'était procurées.

Pour ses jours de repos et ses vacances il aimait s'évader et retourner dans sa ville natale : Ostende. Il y avait acquis un bel appartement à la digue. C'est là aussi qu'il méditait et se concentrait pour préparer ses travaux scientifiques, pour remanier l'un ou l'autre des cours dont il avait la charge. Il aimait aussi flâner au bord de la mer, avec sa sœur ou avec l'un ou l'autre ami, mais souvent solitaire.

Ceux qui le rencontraient au cours de ses promenades ou sur le chemin de son laboratoire ne manquaient pas d'être frappés par son air rêveur, pensif, réservé ! Il semblait si distant du monde qui l'entourait, et pourtant... il voyait tout et la moindre chose, sans y paraître, retenait son attention. Dans la conversation son regard s'animait, un sourire un peu railleur s'esquissait sur ses lèvres. Il pensait intensément !

Savant remarquable, érudit, penseur délicat LEGRAYE avait un cœur généreux mais on eut dit qu'il voulait s'en cacher. Les étudiants hospitalisés au sanatorium d'Eupen savaient, néanmoins, que LEGRAYE était là pour s'occuper d'eux, pour veiller à leur confort, à leurs distractions, à maintenir chez eux un moral élevé.

Il soutenait aussi bien d'autres œuvres et notamment celle qui s'intéressait au développement de l'instruction chez les

enfants de coloniaux envoyés en Belgique pour y parfaire leurs études.

Avec la plus parfaite discrétion en dehors des réunions officielles du Comité directeur du Service Social universitaire, du Conseil culturel du Sanatorium d'Eupen, du Comité de gestion du Home des Etudiants, il recevait ses protégés, les encourageait ; parfois leur procurait une situation.

Il agissait de même vis-à-vis de ses camarades de l'Association des Ingénieurs à qui la chance n'avait pas souri, envers ses camarades géologues, et bien d'autres. Bien peu de personnes connaissent les trésors de charité et de bonté de ce cœur généreux qui entendait cependant que tout cela restât dans l'ombre !

On me permettra de rappeler encore ici un fait personnel. C'était en 1944, vers la fin de la deuxième guerre mondiale. Les avions alliés survolaient le pays et bombardaient les endroits d'intérêt stratégique. Le 11 mai des bombes furent lâchées avec l'intention de rendre inutilisable la gare de Liège. D'une fenêtre d'un immeuble tout proche LEGRAYE suivait l'action ; il se rendit compte que des bombes devaient être tombées tout près de ma maison, peu éloignée de la gare elle aussi. Aussitôt, sans penser au danger, il courut à mon secours ; je sortais à peine de l'amas de poussière et de murs écroulés quand je fus tout saisi de voir apparaître le fidèle ami qui s'inquiétait du sort de son Maître. Il s'occupa de moi, me força à me ravitailler, me conduisit chez lui et m'offrit pendant de nombreux jours une hospitalité qui fut pour moi d'un grand réconfort.

Je me suis souvent demandé si j'ai pu lui exprimer ma gratitude comme il convenait de le faire ; il faisait tout cela avec tant de naturel, de simplicité, de bonne grâce, de discrétion qu'il eut été malvenu de lui exprimer autre chose qu'un simple et sincère remerciement. Que ceux qui liront ces lignes soient bien persuadés que je l'ai fait du fond du cœur et que je garderai jusqu'à mon dernier jour le souvenir de ces moments où, dans mon désarroi, j'ai senti près de moi une amitié sincère.

Il me reste à remplir la partie la plus importante de ma tâche : analyser l'œuvre scientifique de mon savant confrère et ami. Michel LEGRAYE n'a pas son actif qu'un petit nombre de « Mémoires » de quelque étendue ; par contre, il a publié beaucoup de notes

courtes, écrites toujours dans un style clair et précis, bien illustrées de dessins ou de photographies. On éprouve plaisir à lire et même à relire ces notes tant elles sont objectives et laissent deviner chez leur auteur un esprit clair, n'écrivant qu'après avoir poussé ses investigations à l'extrême, après avoir longuement réfléchi. Parmi ses travaux, les uns traitent de questions de géologie générale ; d'autres sont consacrés à des recherches de géologie appliquée, tout spécialement sur les minerais et les charbons ; d'autres enfin ont plutôt un caractère économique.

Orienté, dès le début de sa carrière universitaire, vers les applications de la géologie, Michel LEGRAYE a peu publié dans le domaine de la géologie générale. Je relève cependant dans la liste bibliographique une série de notes succinctes sur la géologie de la Belgique et du Congo belge dont quelques unes touchent à des problèmes d'une certaine envergure.

Je signalerai avant tout le mémoire publié en 1925 par l'Académie royale de Belgique sur « Le contact entre le Dinantien et le Westphalien en Belgique ». Ce mémoire fut primé au concours annuel de la Classe des Sciences de l'Académie. L'auteur s'était efforcé de recueillir sur le problème un grand nombre de faits d'observation ; il avait conclu à l'existence d'une lacune entre Dinantien et Namurien sur une grande partie du territoire belge, lacune allant en augmentant d'importance du sud vers le nord. Les recherches ultérieures, basées sur une meilleure connaissance des faunes ont permis de préciser les conclusions avancées par LEGRAYE, éventuellement de rectifier quelques erreurs inévitables si l'on songe au peu d'expérience qu'avait forcément notre confrère au début de sa carrière scientifique.

L'examen de deux coupes dans la zone de transition du Dévonien supérieur au Dinantien, l'une à Chanxhe-Rivage, l'autre à Modave, lui a permis de montrer le passage progressif de l'une de ces formations à l'autre par une série de mouvement oscillatoires.

LEGRAYE s'est intéressé aussi à des questions relatives à la tectonique des terrains paléozoïques belges : il a mis en évidence l'existence de plusieurs failles près d'Esneux, qu'il croit pouvoir attribuer à des efforts anormaux en rapport avec un changement dans la direction des plis. Il fit connaître quelques particularités

de la tectonique à Angleur, au contact des accidents secondaires du charriage du Condroz.

Avec l'auteur de cette notice, il montra que la faille de Givet n'existe pas telle que le concevait GOSSELET.

Il attira l'attention sur l'intérêt de l'étude des failles radiales qui existent à Visé et dans les environs de cette petite ville. Ces accidents donnent à la tectonique de cette région, en apparence d'allure tranquille, une structure bien différente de celle de la région plissée s'étendant plus au sud.

Je serais tenté d'écrire qu'ayant passé toute sa jeunesse à Ostende, Michel LEGRAYE devait être attiré par tout ce qui touche à la genèse et à l'évolution de la mer du Nord. Aussi trouve-t-on dans les Annales de la Société géologique de Belgique un travail datant du début de sa carrière ; il chercha à mettre en évidence et de façon très suggestive les mouvements récents de la mer du Nord. Toutes les observations qu'il rapporte confirment l'affaissement récent du fond de la mer du Nord, mouvement de faible amplitude certes, mais qui marque le gauchissement incessant de la surface de la croûte terrestre ». On y trouvera peut-être des informations utiles pour expliquer des changements récents du tracé des cours d'eau dans l'ouest du pays et notamment l'origine de l'Escaut d'Anvers.

LEGRAYE s'est rendu à maintes reprises au Congo belge. Il en a profité pour étudier une série de questions relatives à l'évolution de ce vaste territoire dans sa partie nord-orientale. Dans une note intéressant une large étendue entre le Kivu et le Soudan anglo-égyptien, il conclut à l'existence d'une grande transgression des formations de la Ruzizi, de l'Urundi et du Kibali, partant d'une zone géosynclinale située à l'emplacement du Kivu pour s'étendre dans la direction de la dorsale constituée par la crête Congo-Nil.

Cette étude sur la géologie du nord-est du Congo a, en réalité, une portée générale qui doit retenir l'attention des géologues intéressés aux roches anciennes du Centre africain. En conclusion, écrit son auteur, à défaut d'échelle stratigraphique proprement dite, il faut se contenter de considérer les « systèmes » du Kibali, de l'Urundi, de la Ruzizi et Cristallophyllien comme des facies diversement métamorphiques d'une ou de plusieurs zones d'un ensemble de terrains d'âge indéterminé ».

Il rejoint ainsi les conceptions émises par F. CORIN au sujet des terrains métamorphiques et cristallophylliens du Congo. Si en un endroit restreint un terrain peu métamorphique a chance d'être plus jeune que le terrain très métamorphique qu'il surmonte, il n'en est pas moins vrai que, dans une même formation, le degré d'évolution peut varier latéralement dans de très larges limites.

Il discuta également de l'origine et de l'âge du conglomérat de May, il le considéra comme une tillite qu'il rapprocha des dépôts glaciaires connus en Uganda sous le nom de tillite de Bunyoro ; il se laissa entraîner à en tirer quelques conclusions pour le moins hasardeuses quant à leur âge et à celui de dépôts semblables situés dans d'autres parties du territoire congolais.

Il donna aussi une large esquisse de la géologie et de la minéralisation aurifère des régions de Kilo et de Moto au Congo belge.

Ses voyages au Congo et au Canada lui permirent de montrer qu'il y a une analogie remarquable entre les roches volcaniques précambriennes appartenant aux grands massifs anciens de ces territoires cependant si éloignés l'un de l'autre.

Dans un tout autre domaine, il convient de signaler que Michel LEGRAYE a montré, par un exemple concret, ce que l'on peut attendre de la méthode de prospection électrique à la détermination de l'allure de terrains cohérents recouverts par des formations meubles ; il a pu mettre ainsi en évidence l'existence d'une poche de sable dans le substratum calcaire de ce niveau sableux.

C'est surtout à l'étude de problèmes de géologie appliquée que M. LEGRAYE consacra la majeure partie de son activité dans le domaine de la Recherche scientifique. Deux grandes questions ont retenu spécialement son attention : la métallogénie et l'étude des charbons.

Dès le début de sa carrière universitaire, il mit en pratique les enseignements qu'il avait acquis aux Etats-Unis d'Amérique pour l'étude des minerais en sections polies. Il étudia ainsi de nombreux échantillons provenant du Congo belge pour la plupart, mais aussi de Belgique et d'autres pays. Il pouvait ainsi établir la paragenèse de leurs éléments constituants et en déduire des données intéressantes quant à leur genèse, et à leur évolution.

LEGRAYE a montré très clairement qu'un gisement de mispickel du Congo belge a été disloqué postérieurement à sa mise en place et qu'une phase tardive de minéralisation a amené, dans les fissures, de l'or et des composés de bismuth.

Ce n'est pas là un cas unique. En effet, dans une étude comparative du gisement du Salsigne (Aude, France) et de Passagem (Brésil), l'auteur montre que les mêmes phases s'y sont succédé : dépôt de mispickel et de pyrite, dislocation du filon, et enfin dépôt de chalcopyrite, de composés de bismuth et d'or, en même temps que du quartz dans les fissures et dans la roche elle-même.

En réalité, dans la mine de Salsigne, après le dépôt du mispickel, les efforts tectoniques ont repris et la pyrite s'est déposée, puis après une nouvelle phase de dislocation, la chalcopyrite s'est introduite dans les fissures avec les composés de bismuth et l'or.

En relisant cet article, j'ai été frappé par une sorte de prescience de LEGRAYE vis-à-vis de travaux que j'entreprendrais par la suite. Il établit, en effet, et sans conteste possible que la formation d'un gisement filonien, dépendant d'un magma plus ou moins proche, demande du temps, qu'elle s'effectue et s'achève pendant que sont encore en jeu les contraintes provoquant les dislocations de l'écorce terrestre. J'ai montré aussi, dans un mémoire tout récent, que dans beaucoup de cas, la mise en place des roches granitiques dans un orogène a pris un temps énorme depuis le début de la mise en action des contraintes jusqu'à après l'achèvement de la phase tectonique proprement dite. La formation d'un filon est un accident dans ce long intervalle de temps ; il n'empêche qu'on peut le concevoir comme ayant débuté durant la phase tectonique, son remplissage s'achevant alors que celle-ci est à son déclin ou entièrement achevée.

LEGRAYE a, d'ailleurs, signalé d'autres exemples d'actions tectoniques sur des filons permettant par exemple la recristallisation de quartz blanc aux dépens de quartz foncé.

Il était naturel que LEGRAYE envisageât la relation possible entre les minéralisations du nord-est du Congo et la mise en place des granites ; il montre la difficulté du problème due à l'allure transgressive des formations anciennes depuis le Kivu jusqu'à la crête Congo-Nil et aussi aux différences dans la profondeur probable de mise en place des granites.

On sait le rôle important que peuvent jouer les pegmatites en métallogénie. LEGRAYE a fait l'étude de certaines de ces roches au Congo belge et a montré qu'une disposition zonaire de la minéralisation est en rapport avec elles. Il a organisé à Liège un colloquium sur cette question de haut intérêt théorique et pratique.

Parmi ses travaux relatifs à la métallogénie, je retiens aussi celui où il décrit les phénomènes d'altération secondaire dans les minerais de cuivre de la mine Prince Léopold à Kipushi (Katanga). Il montre notamment que la profondeur de la zone de cémentation est plus grande qu'il n'avait été admis jusqu'alors ; en outre la majeure partie de la bornite, si pas l'entièreté de ce minéral, jusqu'à la profondeur de 160 mètres au moins, est d'origine supergène et constitue un minerai d'enrichissement secondaire, qui fera place en profondeur à la chalcoppyrite. Cependant, il est probable que le gisement renferme aussi de la bornite primaire, ainsi qu'il a pu l'établir par après.

C'est là une belle application de la méthode d'étude des minerais par sections polies examinées au microscope.

C'est par le même procédé que notre confrère a pu établir que la linnéite (sulfure de cobalt) du Katanga est d'origine primaire et constitue probablement le premier élément formé, tandis que la chalcoppyrite primaire en est contemporaine ou un peu postérieure.

Comme tous les géologues qui s'intéressent à la métallogénie, LEGRAYE se préoccupait du mode de formation des filons métallifères et de leur répartition par rapport au centre générateur. Aussi ne manque-t-il pas d'attirer l'attention sur un travail de Freeman : « The genesis of sulphide ores » paru en 1925, où l'auteur fait intervenir les sulfures doubles. Avec quelques considérations personnelles, LEGRAYE montre tout l'intérêt de ces conceptions qui permettent peut-être d'entrevoir une explication plus claire de la répartition zonaire des minerais par rapport aux magmas dont il semblent provenir.

A propos du problème de la répartition zonaire des minerais, LEGRAYE s'est demandé si la présence de millerite en divers endroits du bassin de Liège et du bassin de Campine serait en relation avec ce principe de répartition. La réponse reste douteuse parce qu'il n'est pas prouvé que les petites quantités de ce minéral

signalées dans notre pays et dans son prolongement oriental sont bien d'origine primaire.

Dans le vaste monde de la métallogénie, je pourrais citer encore d'autres notes publiées par Michel LEGRAYE, à propos de certains filons du Congo, de l'origine secondaire des cristaux d'or dans les alluvions notamment au Congo belge, etc.

J'ajouterais cependant que notre confrère a examiné des échantillons de minerai de cuivre du Mansfeld qui représente une imprégnation dans un schiste bitumeux fossilifère.

En établissant l'ordre de succession des divers éléments du minerai, il arrive à se rallier à l'opinion de son origine sédimentaire dans un bassin marin.

Il a encore précisé les relations de la galène, de la chalcopyrite, de la blende contenues dans la cryolite du Groenland. Les relations entre ces minerais varient suivant la vitesse du refroidissement.

Quand on relit les travaux publiés par LEGRAYE, on est frappé de voir combien sa pensée a atteint rapidement un haut degré de stabilité. Dès le début de sa carrière, en appliquant ses méthodes de travail à certains minerais, par exemple aux gisements du Niari (Congo français), il est arrivé à des conclusions aussi sûres, aussi catégoriques que celles déduites de l'examen d'autres gisements à une époque où la maturité de son esprit aurait pu le conduire à envisager les choses sous un aspect quelque peu différent. Ses déductions tirées de l'analyse des gisement du Niari comparés à ceux du Katanga sont remarquables.

J'ai gardé pour la fin de cette partie de ma notice réservée à la métallographie l'analyse d'un ouvrage paru en 1942 sous le titre « Origine et formation des gisements d'or ». LEGRAYE avait à cette époque étudié longuement de nombreux gîtes aurifères en Amérique du nord, dans le Centre africain, en France, etc. C'était pour lui le moment de faire profiter ses collègues de l'expérience qu'il avait acquise sur le terrain et au laboratoire. Il est à remarquer que l'or ne peut pas être mis sur un pied d'égalité avec la plupart des autres métaux ; il n'est pris en considération que par la haute valeur intrinsèque que l'Homme croit devoir lui attribuer. D'autre part, dans la distribution zonaire des minerais par rapport aux magmas, l'un des principes fondamentaux de la métallogénie, l'or se comporte de façon aberrante.

L'auteur de ce petit livre rappelle avec raison : «... la plupart des métaux autres que l'or ne se déposent que suivant une zone restreinte de cette longue paragenèse magmatique ; les uns sont localisés dans la phase orthomagmatique, d'autres dans la phase pneumatolytique ou dans une partie de la phase hydrothermale. L'or a le privilège d'être présent dans chacune de ces phases ». En fait, la zone d'exploitabilité s'étale beaucoup plus largement pour l'or que pour les autres métaux. Mais il est à signaler aussi que les autres minerais de même que les gangues qui se rencontrent avec l'or varient suivant la distance au magma générateur ; à ce point de vue les gisements aurifères s'apparentent à ceux des métaux communs. Par la paragenèse d'un gisement, il est possible ainsi de décider de la place qu'il convient de lui assigner dans l'auréole métallifère. Il n'en reste pas moins la difficulté d'expliquer la généralité de la présence de l'or dans cette auréole ou dans une grande partie de celle-ci.

Il ne serait guère possible de donner ici une analyse de cet excellent ouvrage. Par de nombreux exemples concrets pris dans diverses parties du monde, son auteur montre la filiation des gîtes aurifères d'origine interne depuis les gîtes orthomagmatiques en relation étroite avec les roches magmatiques jusqu'aux gîtes hydrothermaux. Il fait remarquer avec juste raison qu'un très grand nombre de gisements aurifères chevauchent d'ailleurs sur deux ou trois types de paragenèse. « Le fait n'a rien d'étonnant si l'on tient compte de la grande extension verticale de la minéralisation aurifère ».

D'après LEGRAYE « La profondeur à laquelle s'est mis en place le batholite, dont la solidification engendre les solutions minéralisatrices, joue un rôle capital dans l'édification des divers types de gisements orthomagmatiques, pneumatolytiques, hydrothermaux ; ceux-ci sont fonction de cette profondeur et des nombreux facteurs physico-chimiques qui en sont la résultante, température et pression principalement ».

Il n'en reste pas moins vrai que l'or pose un problème délicat : alors que la plupart des autres métaux sont cantonnés suivant une zone restreinte de la longue paragenèse magmatique, l'or a le privilège d'être présent dans chacune de ces phases. LEGRAYE s'est demandé si cette particularité ne tient pas « dans le fait que ce métal n'entre pas en combinaison avec les autres éléments

(à l'exception du tellurium) qu'il ne forme ni oxydes, ni sulfures comme le plupart des autres métaux et n'a donc aucune tendance à se localiser, avec oxygène et soufre, dans certains produits de la différenciation magmatique ».

L'ouvrage comprend ensuite un court chapitre sur les gisements d'origine secondaire, formés en surface par désagrégation des matériaux d'origine interne : Il se termine par un examen rapide des gîtes classiques du Witwatersrand contenus dans des conglomérats et qui fournissent une très grosse part de la production mondiale de l'or. Chose remarquable, la genèse de ces gisements reste encore mystérieuse : les uns y voient une origine alluvionnaire, d'autres une origine hydrothermale. LEGRAYE n'a pas cru pouvoir conclure.

Dans le vaste champ de recherches que constituent les gîtes métallifères, LEGRAYE a touché à une question d'intérêt plus immédiat pour l'industrie. Il montra, en effet, que l'examen des minerais en sections polies peut orienter le métallurgiste dans le choix du traitement à leur faire subir pour en retirer le métal. C'est là une application intéressante de procédés d'étude qui, au premier abord, paraissent d'intérêt purement théorique.

LEGRAYE en fit d'ailleurs l'application à un cas particulier, lorsqu'il fut chargé d'examiner les gisements de fer titané du Mozambique : Par un examen de la structure intime de ces minerais, il expliqua pourquoi certains d'entre eux peuvent être facilement enrichis par concentration magnétique, alors que d'autres ne se prêtent pas à l'emploi de ce traitement.

Les combustibles du type des houilles et des anthracites ont fait l'objet de nombreux travaux de Michel LEGRAYE.

Par leur constitution même, les charbons ne se prêtent qu'exceptionnellement à la détermination de leur structure intime par un examen en lame mince. Notre confrère y appliqua avec succès la méthode des sections polies étudiées au microscope. Il en tira des conclusions fort intéressantes, complétant ou rectifiant les notions acquises par d'autres chercheurs.

Une telle étude a permis de reconnaître, dans les houilles, la présence de plusieurs constituants essentiels, dont la plus ou moins grande abondance peut influencer leurs propriétés industrielles. Ce sont le vitrain, le clarain, le durain et le fusain. Toute-

fois, un tel examen s'est avéré de plus en plus difficile au fur et à mesure que s'accroît le degré d'évolution des combustibles ; ceux-ci montrent alors une tendance à l'uniformité. LEGRAYE a fait voir cependant qu'en attaquant les sections polies à l'aide de certains réactifs il est possible de mettre en évidence dans les charbons anthraciteux et les anthracites une constitution intime analogue à celle des couches plus riches en matières volatiles.

Il a écrit à propos de l'analyse d'une couche anthraciteuse du bassin de Liège : « Dans les charbons à plus haute teneur on trouve fréquemment, d'un point à l'autre d'une même verticale de la couche, des écarts (dans la teneur en matière volatiles) notablement plus considérables que ceux qui ont été observés dans le cas étudié. Ces écarts, comme on peut facilement s'en rendre compte, sont également dus à des anomalies locales de composition. Mais au cours de l'évolution des combustibles, au cours du passage progressif des charbons gras aux anthracites — évolution que les études détaillées confirment de plus en plus — la teneur globale en matières volatiles diminuant, les écarts diminuent proportionnellement et deviennent de moins en moins sensibles. Ce sont surtout les différences entre le vitrain et le durain qui ont l'influence la plus marquée sur les variations observables dans les charbons gras. Le vitrain paraît être plus sensible que le durain à la carbonisation lors des progrès de l'évolution des charbons : il y a là un facteur des plus favorables à la tendance à l'uniformité des constituants dans les anthracites ».

Dans un autre article, LEGRAYE insiste sur le fait que, dans les anthracites vraies, il y a tendance à l'uniformité dans les caractéristiques. Les anthracites n'ont donc pas nécessairement une origine différente des autres combustibles ; elles ne sont qu'un chaînon de la grande chaîne qui relie les tourbes des formations récentes au graphite des terrains cristallophylliens.

En comparant les résultats obtenus par l'étude des lames minces taillées dans des charbons américains et ceux auxquels il est arrivé pour les charbons belges examinés en sections polies, LEGRAYE précise la signification des termes vitrain, clarain, durain. Il existe dans la houille des parties brillantes paraissant ne présenter aucune structure cellulaire et considérées dans ce cas, comme de la matière végétale entièrement gélifiée (vitrain) ; or en lames minces, elles montrent une structure ténue bien

apparente, difficile à mettre en évidence il est vrai par l'examen en sections polies. On trouve ainsi tous les intermédiaires entre le durain (atritus des Américains) formé de tissus non décomposés et le vitrain ou xylovitrain (anthraxylon des Américains) où domine la gelée fondamentale. Il faut vraisemblablement voir dans ces différences une intensité variable dans l'activité microbienne au cours de la décomposition des végétaux.

Si donc l'étude des charbons au microscope, par l'emploi de sections polies, à défaut de lames minces transparentes, peut être d'un grand intérêt pour la connaissance de la constitution intime de ces combustibles, de leur genèse, de leur évolution, LEGRAYE ne pensait cependant pas que, dans l'état actuel des connaissances acquises, de semblables recherches pouvaient être utilisées à des fins de stratigraphie proprement dite.

A propos de l'évolution des charbons, LEGRAYE montre encore qu'un lignite mis en contact avec une venue éruptive s'est transformé, sous l'effet de la température, en un charbon à moindre teneur en matières volatiles, ayant pu manifester le phénomène de la fusion passagère, comme nos charbons à coke lorsqu'ils sont chauffés.

C'est toujours par l'utilisation du même procédé de recherche que LEGRAYE a pu préciser la nature réelle de certains charbons des bassins houillers belges.

Par un examen microscopique à fort grossissement, il a fait voir que des charbons appelés parfois *cannel-coal* ne sont pas en réalité des charbons de spores comme l'indique par erreur le nom qui leur a été donné d'après un simple examen macroscopique ; il s'agit, en réalité, de charbons formés de débris extrêmement ténus de végétaux qui contribuent à lui donner, comme le feraient des spores, son aspect homogène caractéristique. Néanmoins il a signalé à Zwartberg, en Campine, la présence d'un charbon riche en spores.

Une étude systématique des charbons de la Campine lui a permis, d'autre part, d'affirmer que tous sont formés de débris ligneux mais aussi de spores et sont d'origine autochtone.

Par contre, il découvrit au charbonnage de Beeringen un véritable boghead, c'est-à-dire un charbon d'algues.

L'examen au microscope du charbon de la couche Anglaise du bassin de Charleroi a révélé l'existence d'un combustible

qui à première vue rappelle un pseudo cannel-coal ; en réalité, il s'agit d'une masse ayant les caractères du vitrain mais remplie d'innombrables grains de sable : c'est ce qui explique sa forte teneur en cendres. LEGRAYE admet que ces grains ont été amenés par le vent dans les marécages où s'accumulaient les végétaux ; lorsqu'ils prirent tout à fait la prépondérance, ces grains de sable donnèrent naissance au toit à caractère très arénacé de la couche.

En appliquant à des charbons canadiens d'âge crétacé les mêmes méthodes d'étude, LEGRAYE a pu montrer que leur structure intime est comparable à celle des charbons westphaliens d'Europe ; leur évolution qui donne des combustibles allant du lignite à l'antracite s'est faite aussi suivant des règles identiques malgré la différence de situation dans l'échelle stratigraphique mondiale.

LEGRAYE qui connaissait si bien la constitution intime des charbons, qui avait été en butte à toutes les difficultés d'une pareille étude ne manqua jamais d'attirer l'attention des géologues sur la prudence à mettre dans l'interprétation des résultats.

Au cours de ses recherches sur les combustibles LEGRAYE n'avait pas tardé à être frappé, comme l'étaient d'ailleurs les exploitants des mines et les géologues, par les modifications que présente une même couche de houille d'un point à l'autre du bassin, quant à sa teneur en matières volatiles. Il s'attacha à l'étude de cette question, et mit en évidence ces variations par le tracé de courbes suivant lesquelles la teneur en matières volatiles reste constante ; c'est ce qu'il appela d'abord *courbes isoantracitiques*, puis *isovolatiles*.

Le tracé des courbes isovolatiles dans nos bassins houillers devait conduire LEGRAYE à d'importants résultats.

Après un premier essai établi avec moi en 1924 pour le bassin de Liège, LEGRAYE reprit la question en 1942 ; il établit le tracé des lignes isovolatiles de la couche Désirée-Bouxharmont dans les bassins houillers de Liège et de Herve, et montra que ces lignes tout en suivant l'allure générale du pli, sont cependant parfois obliques à sa direction ; en outre, il mit en évidence un accroissement systématique de la teneur en M. V. du nord vers le sud.

Il se rallia à l'hypothèse du rôle éventuel des micro-organismes dans l'évolution des charbons ; il fit remarquer, en se basant sur les observations de la structure intime des charbons, qu'il y a eu

destruction différentielle des végétaux ou débris de végétaux peu après leur dépôt sous l'effet de facteurs physiques, chimiques et biologiques. J'y reviendrai dans un instant.

Dans un second mémoire sur le même objet, LEGRAYE a précisé sa pensée. Il a montré tout d'abord qu'aucune conclusion ne peut être entièrement valable si l'on se contente d'une analyse chimique du charbon sans la comparer à l'analyse pétrographique ; c'est la seule méthode permettant de comprendre certaines anomalies locales. Il ne manque pas d'ajouter, et c'est là un point important, que les variations de teneur en matières volatiles entre toit et mur d'une même couche sont généralement peu marquées et souvent dues à la présence d'impuretés. S'il n'en était pas ainsi, tout essai de synthèse pour l'ensemble d'un bassin apparaîtrait illusoire.

Continuant ses recherches non plus sur une seule couche mais sur un ensemble de couches de houille du bassin, LEGRAYE établit, par le tracé des lignes isovolatiles, que l'augmentation de la teneur en gaz vers le centre sud du bassin s'opère systématiquement de manière analogue à tous les niveaux ; il faut y voir l'intervention d'une cause générale toujours la même au cours des temps.

Une étude comparable des charbons de la couche Dix-Paumes dans le bassin de Charleroi, lui permit d'établir un tracé des courbes isovolatives. Suivant une perpendiculaire à l'axe du bassin, ces courbes se succèdent dans le même ordre que dans le pays de Liège, ce qui laisse évidemment à penser que les mêmes actions sont intervenues dans un cas comme dans l'autre.

D'autre part, on sait depuis longtemps que la teneur en constituants volatils va en décroissant de haut en bas de la série stratigraphique, que les terrains soient en position normale ou renversée. Le fait est exact bien entendu, pour autant que l'on ne considère qu'un point déterminé (sondage ou puits de mine) ou une surface d'étendue restreinte. LEGRAYE a calculé que cette diminution est en moyenne de l'ordre de 1,4 % par cent mètres de stampe dans le bassin de Liège ; elle est d'environ 2,5 % dans le bassin de la Campine où les charbons ont atteint un stade d'évolution moins avancé.

LEGRAYE a tenté de trouver une explication logique de ces variations systématiques.

Il trouve trois facteurs déterminants qui lui permettent d'expliquer non seulement ces variations dans le bassin de Liège, mais aussi dans le bassin campinois. Ce dernier avec la bordure extrême-nord du bassin de Liège constitue l'avant-pays d'allure tranquille de la chaîne hercynienne, à laquelle appartient la majeure partie du bassin de Sambre-Meuse, et notamment son flanc sud aux allures en dressants et plateurs bien connues par les travaux miniers.

L'avant-pays présentait vraisemblablement, dans l'axe du massif du Brabant, une zone à sédimentation moins active, sous une profondeur d'eau plus faible que les pays situés de part et d'autre ; suivant les vues exposées par divers savants, c'était une zone particulièrement favorable au développement de l'activité microbienne qui a donné des charbons moins riches en gaz dès l'origine. L'allure des courbes isovolatiles cadre bien avec cette hypothèse. Je voudrais cependant présenter une remarque qui n'est pas en contradiction avec elle. En traçant les isovolatiles de la couche Dix Paumes du bassin de Charleroi, LEGRAYE fait observer que vers l'ouest, ces lignes s'infléchissent assez rapidement vers le nord. Il rappelle à ce propos le croquis de A. DELMER montrant la répartition en plan de la qualité des charbons dans le Hainaut, croquis dans lequel la zone des charbons gras atteint la limite nord du bassin entre les districts du Centre et du Couchant de Mons.

Cette anomalie apparente, bien plus marquée que l'obliquité des isovolatiles par rapport à l'allure des couches dans le bassin de Liège, indiquerait que la tectonique n'a pas respecté intégralement la forme du bassin de sédimentation en créant le géosynclinal de Namur avec son bassin houiller.

J'ajouterai une remarque à propos d'une particularité sur laquelle LEGRAYE n'a peut-être pas attiré suffisamment l'attention, mais qui ne lui avait pas échappé. Dans son travail sur la couche Dix Paumes du bassin de Charleroi il note que, pour cette couche, la teneur en matières volatiles va en augmentant du nord vers le sud ; le tracé des lignes isovolatiles le montre de toute évidence. Il attire aussi l'attention sur le fait que la teneur croît assez brusquement au sud de la faille du Carabinier. Mais, avec sa prudence habituelle il se refuse à proposer une explication de cette

anomalie avant d'être en possession d'un plus grand nombre de faits.

LEGRAYE ne manque pas cependant de signaler l'analogie entre ses tracés et ceux établis sur une plus grande étendue par A. DELMER.

Or la carte dressée par DELMER laisse apparaître des charbons moins riches en gaz dans l'extrême sud du bassin du Hainaut, au voisinage de la grande faille du Midi (charriage du Condroz). J'imaginerais volontiers qu'avant toute intervention des actions tectoniques, la disposition du bassin était symétrique par rapport à sa zone axiale où se rencontrent les charbons du type « flénu ». Ce sont les failles de charriage, si développées dans le sud du bassin qui auraient refoulé sur cette partie centrale des fragments de la bordure méridionale du bassin de sédimentation originel, bordure où les actions microbiennes se faisaient sentir de la même manière que suivant la bordure septentrionale.

L'influence du deuxième facteur, c'est-à-dire de la charge des terrains surincombants pour faire décroître la teneur en matières volatiles suivant une même verticale se conçoit aisément ; elle est connue depuis longtemps sous le nom de règle de Hilt ; elle est l'application d'une loi de la géologie générale sur l'évolution des formations sédimentaires accumulées dans une aire géosynclinale, compte tenu de leur nature lithologique originelle.

Le troisième facteur, c'est-à-dire l'action tectonique, est aussi à prendre en considération ; il n'a peut être pas une importance comparable aux précédents et il convient de ne pas exagérer son rôle. Il est certain, en effet, que la teneur en matières volatiles va en décroissant au fur et à mesure qu'on descend l'échelle stratigraphique ; il en est ainsi que les couches soient renversées ou non. Les qualités des charbons étaient acquises en très grande partie au moment de la phase tectonique ; elles n'ont pu être modifiées que d'une façon assez minime à l'intervention des efforts dynamiques qui ont plissé les couches houillères.

Un autre problème connexe au précédent est celui du rôle des failles dans la répartition des qualités des charbons. Michel LEGRAYE a procédé à une étude très fouillée de cette question dont l'intérêt est capital pour les exploitants de nos charbonnages. J'ai eu souvent l'occasion d'entendre, au cours de ma carrière d'ingénieur des mines, des directeurs de nos houillères parler de

l'influence de telle ou telle faille sur la qualité de leurs charbons. Il est certain, en effet, que dans un même siège d'exploitation, la teneur en matières volatiles pour une même couche peut varier de façon sensible de part et d'autre d'une faille. Mais celle-ci en est-elle responsable?

LEGRAYE a examiné la question en envisageant séparément l'influence possible des failles inverses, des failles de charriage et des failles radiales. Dans chacun de ces cas, il est affirmatif ; comme tout tectonicien pouvait le dire a priori : « Ces failles ont eu comme seul effet de porter à proximité l'un de l'autre des combustibles originellement distants et de composition différente ».

Cette conclusion est vraie quel que soit le type de faille considéré, quel que soit, par conséquent, l'âge relatif de ces accidents dans l'évolution tectonique du bassin : il en est qui sont apparues très tôt au cours du plissement comme les failles inverses : d'autres sont plus tardives, telles les failles cisailantes à rattacher aux charriages ; d'autres ont peut-être pris leur aspect définitif plus tard encore comme les failles normales. Mais au moment de leur genèse, les couches montraient sans doute, à peu de chose près, des variations de qualité comparables à celles qu'elles ont aujourd'hui. Cette observation n'est pas sans intérêt car elle vient peut-être, en partie tout au moins, à l'encontre de l'hypothèse formulée par LEGRAYE d'une influence possible des déformations tectoniques pour fixer définitivement la qualité des charbons de nos bassins houillers.

Michel LEGRAYE a résumé très succinctement ses idées sur la répartition des charbons belges d'après leurs qualités industrielles dans une note insérée dans le *Prodrome d'une description géologique de la Belgique* publié par la Société géologique de Belgique en 1954, et aussi dans le résumé d'une conférence devant les membres de la Société de l'Industrie minière et inséré dans le Bulletin de cette Société, n° de juillet 1958. A la suite de cette note se trouve reproduit l'échange de vue qui eut lieu après la conférence. L'un des orateurs fit remarquer qu'il y a de grandes analogies entre les conceptions de LEGRAYE et les résultats obtenus dans le bassin de la Ruhr ; il insista sur le peu d'influence des actions tectoniques proprement dites, attirant, par contre, l'attention sur le rôle des aires de subsidence maximale dans le développement de la houillification.

Du point de vue industriel, une question s'est posée à l'attention des chercheurs : y a-t-il une relation entre la teneur en cendres des houilles et leur teneur en matières volatiles? Des recherches à propos des charbons du Pays de Galles semblaient indiquer une diminution parallèle du pourcentage en cendres et en constituants volatils, au point de faire supposer une origine différente pour les houilles grasses et les anthracites. LEGRAYE a repris l'étude de la question pour le bassin de Liège. Il est arrivé à la conclusion suivante : au-dessus de 8 % de M. V. il semble y avoir une augmentation de la teneur en cendres au fur et à mesure que diminue le pourcentage de matières volatiles ; par contre, il y a diminution parallèle de ces deux constituants des charbons lorsque les M. V. sont en dessous de 8 %.

Néanmoins, LEGRAYE arrive à déclarer qu'il paraît vain « de vouloir chercher une relation entre la teneur en matières volatiles et la teneur en cendres de nos charbons et d'en tirer une conclusion quelconque sur l'origine comparée des charbons maigres et des charbons gras ».

Complétant ces données, LEGRAYE établit que l'examen aux rayons X de tranches minces taillées dans des charbons permet de constater que les cendres de constitution sont disséminées dans la masse de façon uniforme ; au contraire, celles résultant d'apports dans le bassin de dépôt sont disposées parallèlement à la stratification.

Le fusain a une teneur en cendres plus élevée que les autres constituants des charbons. En effet, par son mode même de formation, il présente des vides qui sont remplis ultérieurement par de fines particules argileuses, des carbonates, de la pyrite, etc.

Le pouvoir cokéfiant des charbons est aussi une question capitale pour leur utilisation dans l'industrie. LEGRAYE s'est beaucoup préoccupé de ce problème. Il a pu établir que le charbon brillant (vitrain) gonfle au chauffage, tandis que le charbon mat (durain) le fait peu quoique plus riche en matières volatiles : par contre le fusain est inerte ; le charbon semi-brillant gonfle fortement et il faut y voir l'influence des lits brillants qui s'y trouvent en plus ou moins grande abondance.

Comme la proportion de ces divers constituants varie d'un point à un autre, le pouvoir cokéfiant des charbons n'est pas constant. D'ailleurs lorsqu'il a étudié les charbons de la Campine

et montré que les spores y jouent un rôle parfois intéressant, LEGRAYE n'a pas manqué de souligner combien il peut être utile d'établir exactement la composition intime des charbons pour estimer leur valeur du point de vue industriel.

Dans les dernières années de sa carrière universitaire, LEGRAYE fut chargé de me remplacer dans l'enseignement de l'hydrogéologie. Il rédigea pour ses élèves les notions qu'il exposait dans ses leçons orales.

Il publia une note très succincte sur les ressources en eau de la Belgique en rapport avec la constitution géologique du pays.

Il fit paraître aussi une petite brochure intitulée : « Principes de la géologie des Eaux souterraines ». Le Conseil géologique de Belgique avait été invité par la Commission nationale de la Production industrielle à donner son avis sur l'importance des ressources en eau du pays.

Comme une sorte d'introduction à cette enquête, LEGRAYE refit un exposé des principes même de la Science hydrogéologique. Une telle connaissance est indispensable si l'on veut utiliser au mieux les nappes souterraines et éviter leur tarissement, car leur capacité dépend de leur réalimentation, laquelle est forcément limitée. Si l'on veut tenir compte du développement de l'industrie, de l'accroissement de la population du globe, des besoins essentiels de l'agriculture, de la mise en valeur de plus en plus urgente des régions arides, l'homme doit s'employer à connaître toutes les ressources en eau que lui offre la Nature ; il doit les utiliser avec discernement avant d'être dans l'obligation de faire appel aux eaux des Océans.

La compétence de LEGRAYE dans les questions d'hydrogéologie lui valut d'être choisi pour occuper la présidence du Comité national belge de l'Association internationale des Hydrogéologues.

En complément de ses études de géologie appliquée, LEGRAYE s'attacha à l'examen de questions d'ordre économique et industriel. Je ne me crois pas la compétence voulue pour procéder à une analyse de cette partie spéciale de son activité ; je me bornerai à rappeler quelques grandes questions auxquelles il a porté attention dans ce domaine particulier. Il a signalé à diverses reprises l'import-

tance de la production et les fluctuations du marché de certaines substances : diamant, étain, charbon, or, aluminium.

Il s'est occupé de la question des transports au Congo belge, du développement économique et minier du Canada et du rôle de l'aviation dans l'économie de ce pays, de la production minérale de la Californie et de nos relations économiques avec cet Etat, des grands marchés du charbon dans le Monde, de la production minière au Congo belge, de son avenir et de son rôle dans le relèvement économique de la Belgique, des perspectives de travail au Congo belge, du rôle que peut jouer l'Université dans le développement de la colonie.

Son dernier travail dans cet ordre d'idées fut le discours qu'il prononça en octobre 1958 à l'Assemblée générale de l'Académie royale des sciences coloniales ; il avait pour titre : « l'Avenir de l'Industrie minière au Congo belge ».

Par sa puissance de travail, a dit un de ses collègues, Michel LEGRAYE eut pu accomplir une œuvre plus importante encore dans le domaine de la Science s'il avait consenti à s'isoler « dans une tour d'ivoire » à l'abri des charges acceptées en dehors de l'enseignement et de la recherche. Dans les moments d'abandon, notre confrère confiait à des amis combien lui pesait parfois le fardeau des séances auxquelles il était tenu d'assister.

Et pourtant, je viens de parcourir à nouveau toute son œuvre ; je me suis rappelé les longues et minutieuses recherches auxquelles LEGRAYE se livrait à propos de l'étude des charbons ou des minerais, les longues heures consacrées à la préparation, à l'examen, à l'analyse des échantillons, les journées passées à méditer puis à rédiger des notes apportant la synthèse des observations. Et je me suis demandé si ces besognes accomplies en dehors n'étaient pas un dérivatif salutaire pour un esprit absorbé par la recherche de la Vérité. Hélas, c'était aussi une fatigue qui se laisse deviner dans ses derniers travaux, à moins que ce ne fut l'action sournoise du mal qui devait l'emporter.

Notre confrère eut la satisfaction de voir la récompense de ses efforts. Pour faits de guerre et pour honorer sa carrière universitaire il reçut diverses distinctions. L'Association des Ingénieurs sortis de l'Ecole de Liège lui remit sa médaille d'or, mais l'hommage qu'il préféra entre tous fut son élection en 1940 en qualité d'Associé

de l'Académie royale des Sciences coloniales ; il en devint membre titulaire en 1956 et appelé à la présidence pour l'année 1958.

Il recevait ainsi la consécration officielle de sa valeur dans le domaine de l'enseignement et de la recherche scientifique ; j'ajouterai volontiers la récompense de ses efforts en vue de mieux faire connaître et développer l'œuvre des Belges dans la mission élevée qu'ils ont accepté de remplir au Centre africain.

Pour la rédaction de cette notice, j'ai fait largement appel à mes souvenirs ; j'ai été parfois amené à parler de moi en même temps que de mon collègue et ami Michel LEGRAYE. Le lecteur voudra bien m'en excuser. Nous avons vécu si intimement, dans un souci constant d'étroite collaboration qu'il était impossible de ne pas mêler la pensée de deux hommes voués à la Recherche, s'efforçant l'un comme l'autre d'atteindre le même objectif : servir la Science et l'Enseignement.

J'espérais que cet ami si cher pourrait encore pendant de longues années travailler dans la voie qu'il s'était tracée et ajouter de nouvelles données aux travaux d'importance qu'il avait publiés.

Ses forces l'ont trahi trop tôt mais son souvenir restera dans le cœur et l'esprit de ceux qui l'ont connu et qui l'ont aimé. Il restera comme l'exemple du travailleur opiniâtre, ordonné, modeste, du professeur éminent, de l'homme de cœur, toujours prêt à soutenir discrètement tout qui pouvait avoir besoin de son aide.

Puisse son exemple être imité par ceux qui nous suivent dans la carrière !

P. FOURMARIER.

Publications de M. Legraye

1. La géologie et les guerres (*Bull. Sci. Ecoles Spéciales*, 1922).
2. Note sur un cas de solifluxion dans les Coast Ranges de Californie (*A. S. G. B.*, (1), 1923).
3. L'examen microscopique des minerais en sections polies et son application à l'étude de l'enrichissement secondaire des gîtes métallifères (*Bull. Ecole Mines de Mons*, 1923).

(1) *A. S. G. B.* : *Annales de la Société Géologique de Belgique*.

R. U. M. : *Revue Universelle des Mines*, Liège.

A. F. A. S. : *Association française pour l'avancement des Sciences*.

4. La production minérale de la Californie : nos relations économiques avec cet Etat (*R. U. M.*, 1923).
5. Principaux minerais radioactifs (*R. U. M.*, 1924).
6. Enrichissement secondaire des gîtes métallifères (*Bull. Sci. Ecoles Sp.*, 1914).
7. Etude des minerais en sections polies (*A. S. G. B.*, 1924).
8. Sur la coloration des sels sodiques et potassiques (*A. S. G. B.*, 1924).
9. A propos d'une note de M. Quirke sur le boudinage des grès de Bastogne (*A. S. G. B.*, 1924).
10. Le sondage de Crisnée (avec la collabor. de Pitulescu) (*A. S. G. B.*, 1924).
11. Le Crétacique de Grez-Doiceau (en collabor. avec P. Fourmarier) (*A. S. G. B.*, 1924).
12. Note sur le pétrole de Californie (*R. U. M.*, 1924).
13. Le contact entre le Dinantien et le Westphalien en Belgique (Mémoire couronné par l'Académie Royale de Belgique), 1925.
14. Impression radiographiques de minerais radioactifs (*A. S. G. B.*, 1925).
15. Le passage du Tournaisien au Famennien entre Chanxhe et Rivage (*A. S. G. B.*, 1925).
16. L'examen des minerais en sections polies (*R. U. M.*, 1925).
17. Le Tremblement de terre du 23 février 1925 (en collab. avec P. Fourmarier) (*A. S. G. B.*, 1925).
18. L'origine des gisements de cuivre du Niari (Congo Franç.) (*A. S. G. B.*, 1925).
19. Application du microscope à lumière réfléchie à la détermination des dimensions des éléments des minerais complexes (*R. U. M.*, 1925).
20. L'allure du calcaire givetien à Charlemont (en collab. avec P. Fourmarier) (*A. S. G. B.*, 1925).
21. Les courbes isoanthracitiques du bassin de Liège (*A. F. A. S.*, 1924).
22. La vie de l'Ecorce Terrestre (Conférence sur le travail de M. Lohest) (*R. U. M.*, 1925).
23. Chalcopryrite et disthène de Luishia, Katanga (*A. S. G. B.*, 1925).
24. Minerai de cuivre de Lierneux (*A. S. G. B.*, 1926).
25. Le Sénonien de Hollogne-aux-Pierres (*A. S. G. B.*, 1926).
26. Détermination graphique de la composition des minerais (*R. U. M.*, 1926).
27. Minerais de cuivre de Kipushi, Katanga (*A. S. G. B.*, 1926).
28. Observations sur les déplacements de la Mer du Nord après l'époque néolithique (*A. S. G. B.*, 1926).
29. Etude microscopique des minerais du Katanga (3^e note) (*A. S. G. B.*, 1927).
30. Le pasage du Famennien au Tournaisien à Modave (*A. S. G. B.*, 1927).

31. Les limites d'inflammabilité du mélange air et grisou (*R. U. M., Bull.*, 1928).
32. Quelques progrès récents dans les procédés de sondage (*R. U. M., Bull.*, 1927).
33. La terminaison occidentale de la faille du Gouffre (*A. S. G. B.*, 1927).
34. Le platine en Rhodésie du Sud (*R. U. M., bull.*, 1927).
35. A propos de certaines recherches de Freeman sur la genèse des gîtes sulfurés (*A. S. G. B.*, 1927).
36. Compte rendu de la session extraordinaire de la Société Géologique de Belgique, tenue à Libramont et à Arlon (*A. S. G. B.*, t. XLIX, 1927) (Legraye et Guillaume).
37. Un charbon particulier de la couche anglaise dans le bassin de Charleroi (*A. S. G. B.*, t. L, 1927).
38. Tables déterminatives des minerais opaques en sections polies (*R. U. M.*, n^{os} des 15 juillet et 1^{er} août 1927, 7^e série, t. XV, n^{os} 2 et 3).
39. Fractures post-crétacées dans la région de Visé (*A. S. G. B.*, t. L, 1927).
40. Notes sur certains constituants des charbons (*A. S. G. B.*, t. LI, 1928).
41. Observations sur les constituants : vitrain, xylovitrain et durain de la houille (*A. S. G. B.*, t. LI, 1928).
42. Note sur le vitrain (*A. S. G. B.*, t. LII, *bull.*, 1929).
43. La structure microscopique de la houille (*R. U. M.*, 1^{er} janvier 1929).
44. L'influence de certains constituants de la houille sur la cokéfaction (*A. S. G. B.*, t. LII, *bull.*, 1929).
45. Dictyospongidae du Famennien de la vallée du Hoyoux (*A. S. G. B.*, t. LII, *bull.*, 1929).
46. La tectonique du Dévonien moyen entre Esneux et Plainevaux (*A. S. G. B.*, t. LII, *bull.*, 1929).
47. Relation entre le teneur en matières volatiles et la teneur en cendres des charbons (*A. S. G. B.*, t. LIII, *bull.*, 1929).
48. Le rôle du Fusain dans la cokéfaction (*R. U. M.*, 15 janvier 1930).
49. Relation entre la teneur en matières volatiles et la teneur en cendres des charbons. Note complémentaire (*A. S. G. B.*, t. LIII, 1930).
50. Observations sur l'évolution des charbons (*A. S. G. B.*, t. LIII, 1930).
51. Anthracitisation par métamorphisme de contact (*A. S. G. B.*, t. LIII, 1930).
52. Contribution à l'étude des combustibles du bassin houiller de Liège (*C. R. Congrès Inter. Mines, Mét. et Géol.*, 1930 et *R. U. M.*, 1^{er} juillet 1930).
53. Etudes détaillées d'une couche d'Anthracite (*A. S. G. B.*, t. LIV, 1930).

54. Examen de la nadorite en sections polies (*A. S. G. B.*, t. LIV, 1930).
55. Variations du dégagement gazeux par préchauffage dans des charbons à différents stades d'évolution (*Chimie et Industrie*, janvier 1931).
56. Un charbon de spores du charbonnage de Beeringen (*Soc. Roy. des Sc.*, Liège, 1931).
57. Les failles radiales de la région de Visé (*A. S. G. B.*, t. LIV, 1931).
58. Le rôle de l'étude microscopique des charbons (*A. S. G. B.*, t. LIV, 1931).
59. L'influence des constituants des houilles et de leur degré d'évolution sur leurs propriétés industrielles (*A. I. Lg.*, Annuaire, 1931).
60. Effect of preheating (in air) on the evolution of volatile matter from coals of different ranks (*Fuel*, Londres, avril 1931).
61. A propos de quelques types de concrétions des couches de houille (*A. S. G. B.*, t. LIV, 1931).
62. Le Cannel Coal de la couche Houlleux du bassin houiller de Liège (*A. S. G. B.*, t. LIV, 1931).
63. Un charbon œillé de la couche Houlleux du bassin de Liège (*A. S. G. B.*, t. LV, 1931).
64. Application de la méthode de prospection électrique à la détermination du socle paléozoïque en Belgique (*A. S. G. B.*, décembre 1931, t. LV).
65. Considérations générales sur les résultats actuels de l'étude des constituants de la houille et de leurs propriétés industrielles (*R. U. M.*, 15 février 1932).
66. Le Gayet de la veinette I sous Houlleux au charbonnage du Gosson (Bassin houiller de Liège) (*Soc. Royale des Sciences*, 1932, n° 2).
67. Remarques sur l'anthracitisation (*A. S. G. B.*, 1932, n° 8).
68. Le Fusain joue-t-il un rôle néfaste dans la fabrication des briquettes ? (*R. U. M.*, 15 septembre 1932).
69. Essais sur l'influence du fusain sur la cokéfaction (*A. S. G. B.*, n° 6, 1932, t. LV).
70. Linnéite du Katanga (*A. S. G. B.* Publication rel. au Congo Belge).
71. Quelques relations entre les sulfures de gisement Prince Léopold (Kipuski, Katanga) (*A. S. G. B.*, Publ. rel. au Congo Belge).
72. Quelques charbons crétacés canadiens comparés à nos charbons westphaliens (*A. S. G. B.*, t. LVI, 1932, n° 2).
73. Métamorphisme et structure de la houille de Puertollano (Espagne) (*A. S. G. B.*, t. LVI, 1932, n° 3).
74. Les constituants des charbons. Leur influence sur quelques propriétés industrielles. Un volume de la Bibliothèque Scientifique Belge, 1933.

75. Quelques relations entre les sulfures de cuivre du minerai de Mansfeld (*A. S. G. B.*, t. LVII, n° 3, 1933).
76. A propos des constituants des charbons zonés (*A. S. G. B.*, t. LVII, n° 3, 1933).
77. Quelques aspects de la crise aux États-Unis (*Bull. du Cercle des Alumni de la Fondation Universitaire*, t. V, n° 2, 1933).
78. Linnéite du Katanga (note complémentaire) (*A. S. G. B.*, Publ. Congo Belge, t. LVII, 1933).
79. Les constituants du charbon de la couche 27 aux charbonnages des Liégeois à Zwartberg (Campine) (*A. S. G. B.*, t. LVII, nos 7-8, 1933).
80. Un sulfure double de cuivre et de fer particulier des minerais de cuivre du Katanga : bornite orange ou chalmersite (?) (*Acad. Roy. de Belg.*, 1933).
81. Note relative à la constitution des anthracites (*Ann. Soc. Géol. du Nord*, Lille, t. LVII, 1932).
82. Production et marché du diamant (*Bull. Cercle Géogr. Liégeois*, 4^e année, 1932).
83. Conceptions actuelles sur l'origine du charbon houiller (*R. U. M.*, 1934).
84. Le district minier des Trois Etats (Missouri, Oklahoma, Kansas) des E.-U. A. (*Bull. Cercle Géogr. Liégeois*, 1933, fasc. 2).
85. Cours de géographie minière et industrielle (Autographie).
86. Présent ideas on the origin of brilliant Coal (*Fuel*, Londres, vol. XII, n° 11, 1934).
87. La production et le marché de l'étain (*R. U. M.*, 8^e série, t. X, n° 15, 1954).
88. Observations sur la constitution des charbons de la Campine (*A. S. G. B.*, t. LII, nos 8-9, 1934).
89. Observations sur les constituants d'un charbon gras (*A. S. G. B.*, t. LVIII, n° 3, 1935).
90. L'examen de la répartition des cendres dans les charbons par les rayons X; résultats de quelques essais sur tranches minces (*A. S. G. B.*, t. LVIII, n° 4, 1935).
91. La situation actuelle du marché des charbons (*R. U. M.*, mars 1934).
92. Note sur un charbon sapropélien du type boghead du bassin houiller de la Campine (*A. S. G. B.*, t. LVIII, n° 8, 1935).
93. Note sur un combustible particulier du Famennien de la région de Couthuin (*Bull. Acad. royale de Belgique*, séance avril 1935, n° 4).
94. La production du charbon dans le monde en 1933 (*R. U. M.*, t. XI, n° 5, 1935).
95. Le gaz naturel en Europe (*R. U. M.*, t. XI, n° 7, mai 1935).
96. Qu'est-ce qu'un charbon à coke ? (*Revue de la Sidérurgie*, janvier 1936, n° 37).
97. Les charbons du bassin houiller du nord de la Belgique (*C. R. du XV^e Congrès de Chimie Industrielle*, Bruxelles, 1935).

98. Etude des minerais aurifères de Salsigne (*C. R. VII^e Congrès International de Géologie appliquée*, Paris, 1935).
99. Coup d'œil sur la Géologie et les richesses minérales du Canada (*Bull. Cercle des Géogr. liég.*, 1935).
100. Quelques types particuliers de charbons du bassin de la Campine (*C. R. II^e Congrès National des Sciences*, Bruxelles, 1935).
101. Etude des charbons du Bassin houiller du Nord de la Belgique (*R. U. M.*, 1936).
102. Application de la détermination des minerais en sections polies à la préparation mécanique d'un minerai aurifère (*A. S. G. B.*, t. LIX, 1936).
103. Quelques nouveaux affleurements intéressants à proximité de la faille eifélienne, à Chèvremont (*A. S. G. B.*, t. LIX, 1936).
104. Les ressources en eaux de la Belgique (*Bull. Soc. Hydrologie et Climatologie Médic. de Belg.*, 1936).
105. Le rôle de l'aviation dans le développement minier du Canada (*Bull. Ass. Belg.-Canada*, 1936).
106. L'enseignement supérieur et la recherche scientifique en Belgique (*Bull. Assoc. Belg.-Canada*, 1957).
107. Les transports au Congo Belge (*R. U. M.*, 1937).
108. Composés de bismuth dans un mispickel aurifère (*A. S. G. B.*, t. LX, 1937).
109. Les richesses minières du Congo Belge (*Revue Mars et Mercure*, 1937).
110. L'or au Canada (*Bull. Assoc. Belg.-Canada*, 1938).
111. A propos de deux gisements aurifères : Salsigne (France) et Passagem (Brésil) (*A. S. G. B.*, t. LXI, 1937).
112. Le bassin houiller de la Campine (*Bull. Cercle des Géogr. liég.*, 1937).
113. Etude de la minéralisation des filons aurifères de Salsigne (*A. S. G. B.*, t. LXI, 1938).
114. Relations entre la bornite et la chalcoppyrite dans certains minerais du Katanga (*A. S. G. B.*, t. LXI, 1938).
115. L'association galène-chalcoppyrite-blende dans la cryolithe du Groenland (*A. S. G. B.*, t. LXI, 1938).
116. La situation de la production mondiale de l'or, fin 1937 (*R. U. M.*, vol. XIV, 1938).
117. La minéralisation en mispickel, pyrite et chalcoppyrite de Mont Coustant (Ariège) (*C. R. Soc. géol. de France*, n° 5, 1939).
118. Quelques aspects du développement industriel et minier du Canada. Volume des Mélanges économiques et sociaux E. Witmeur, 1939.
119. Le prix de revient du traitement des minerais aurifères en roche (*R. U. M.*, vol. XV, n° 1, 1939).
120. La production du nickel (*R. U. M.*, vol. XV, n° 4, 1939).
121. Les richesses minières et industrielles de la Tchécoslovaquie (*R. U. M.*, vol. XIV, n° 11, 1938).

122. Le gisement Dubele des mines de Moto (*A. S. G. B.*, vol. LXII, mai 1939).
123. Observations sur l'or à formes cristallines de Subani (Congo belge) (*A. S. G. B.*, t. LXII, mai 1939).
124. Observations sur les quartz filoniens aurifères (*A. S. G. B.*, t. LXII, juillet 1939).
125. Le complexe cristallophyllien et les formations du Kibali de la province Nord Orientale du Congo belge ; leurs relations avec les formations comparables des régions voisines (*A. S. G. B.*, t. LXIII, bull. n° 1, oct. 1939).
126. Observations relatives à la note de M. A. Bertrand sur une nomenclature nouvelle des constituants des charbons (*A. S. G. B.*, t. LXI, bull. n° 8, mai 1938).
127. Note sur un cas de latéritisation au Congo belge (*A. S. G. B.*, t. LXIII, bull. n° 2, nov. 1939).
128. Comparaison entre quelques roches volcaniques pré-cambriennes du Congo belge et du Canada (*Acad. roy. Sc. de Belg.*, 1939).
129. Les gisements de nickel du nord de la Finlande (Petsamo) (*R. U. M.*, t. XVI, n° 2, 1940).
130. Les mines de fer de la Suède (*R. U. M.*, t. XVI, n° 4, 1940).
131. La production et les grands marchés du charbon dans le monde (*R. U. M.*, 1940).
132. Fers titanés de Mozambique (*A. S. G. B.*, t. LXIII, 1940).
133. Observations complémentaires ou nouvelles sur le minerai de la mine Prince Léopold (Kipuski, Congo belge) (*A. S. G. B.*, t. LXIII, 1940).
134. Le conglomérat de May (Moto, Congo belge) (*A. S. G. B.*, t. LXIII, 1940).
135. Les formations de Kibali, de la Ruzizi et de l'Urundi entre le Kivu et le Soudan anglo-égyptien (*A. S. G. B.*, t. LXIII, 1940).
136. Chalcosine et covelline du Maniema (Congo belge) (*A. S. G. B.*, t. LXIV, 1940).
137. Grands traits de la géologie et de la minéralisation aurifère des régions de Kilo et de Moto (Congo belge) (*Institut royal colonial belge, Mémoires in-8°*, 1940).
138. Les ressources de la Belgique en minerais métalliques (en collaboration avec M. Rey). Chapitre de « La valorisation des Matières premières ». Editions du Comité central industriel de Belgique, 1940.
139. La production de l'or, fin de l'année 1939 (*R. U. M.*, 1940).
140. Les carburants nationaux dans la traction automobile (*R. U. M.*, t. XVII, n° 1, 1940).
141. Les possibilités d'emploi des carburants nationaux pour la traction automobile. Edition A. I. Lg., 1940.
142. Étude du charbon de la couche Désirée du charbonnage de Marihaye (*A. S. G. B.*, t. LXV, 1941).

143. Etude du charbon de la couche Désirée = Grande Veine d'Oupeye aux charbonnages de Bois d'Avroy (Perron) de Abhooz (Milmort) (*A. S. G. B.*, t. LXV, 1941).
144. Etude du charbon de la couche n° 16 au charbonnage d'Ans-Rocour (*A. S. G. B.*, t. LXV, 1942).
145. Les lignes isovolatiles de la couche Désirée-Bouxharmont dans les bassins de Liège et de Herve (*A. S. G. B.*, t. LXV, 1942).
146. Allure singulière d'une couche de charbon du bassin de la Campine (Houthalen) (en collaboration avec M. Stassen) (*A. S. G. B.*, t. LXV, 1942).
147. Gisements filoniens aurifères du Congo belge et du Canada (*Bull. Inst. roy. colon. belge*, 1941).
148. La minéralisation aurifère de la mine de Senzere (Kilo Moto, Congo belge) (*Bull. Inst. roy. colon. belge*, 1942).
149. Un quartzite cambrien minéralisé de la vallée du Ninglinspo (*A. S. G. B.*, t. LXV, 1942).
150. Une roche oolithique silicifiée de la Zaghe (Congo belge) (en collaboration avec R. Anthoine) (*A. S. G. B.*, t. LXV, 1942).
151. A propos des cherts du calcaire carbonifère (*A. S. G. B.*, t. LXV, 1941).
152. L'importance des méthodes modernes d'examen des minerais en vue de leur genèse et de leur traitement métallurgique (*Bull. Inst. roy. colon. belge*, 1941).
153. Roches conglomératiques des formations du Kibali dans le N. E. du Congo belge (*A. S. G. B.*, t. LXV, 1942).
154. Origine et formation des gisements d'or. Un volume, 192 pages, édit. Vaillant-Carmanne, Liège, 1942.
155. A quel degré peut se faire l'estimation du contenu métallique d'un filon aurifère (*Bull. Inst. roy. colon. belge*, t. XII, n° 3, 1941).
156. Les variations de qualité des charbons du bassin de Liège et leurs causes (*A. S. G. B.*, t. LXV, 1942).
157. L'aire de distribution de la millérite en Belgique indique-t-elle une répartition zonaire de la minéralisation ? (*A. S. G. B.*, t. LXVI, n° 2, 1942).
158. Quelques études relatives aux charbons du bassin houiller de Liège (*R. U. M.*, 8^e série, t. XIX, n° 5, 1943).
159. Le rôle des failles dans la répartition des charbons du bassin houiller de Liège (*R. U. M.*, 1944) (résumé).
160. *Idem* (*A. S. G. B.*, t. LXVI, 1943, pp. 205-260).
161. La production minière du Congo belge et son rôle dans le relèvement économique de la Belgique (*A. S. G. B.*, t. LXVIII, 1945, pp. 157-174).
162. — et P. Coheur. Etude spectroscopique de charbons du bassin houiller de Charleroi (*A. S. G. B.*, t. LXVIII, 1944, pp. 63-67).
163. Les méthodes géophysiques de prospection pourront-elles servir au Congo belge ? (*Bull. Inst. roy. col. belge*, 1944, XV, I, pp. 151-166).

164. Perspectives de travail au Congo belge. Min. de la Défense Nat. Serv. d'Éduc. à l'Armée, n° 1, sept. 1945.
165. Cours de Géographie Industrielle et Minière. Autographie, 169 p. Ed. Desoer, 1944.
166. Legraye M. et Fourmarier P. Leçons de Géologie Appliquée. Ed. Desoer, 1944, 229 p.
167. Les lignes isovolatiles de la couche Dix Paumes dans le bassin de Charleroi (*A. S. G. B.*, t. LXVII, 1944).
168. La répartition zonaire des minerais, guide pour la prospection (*Inst. royal col. Belge*, t. XVII, 1946, n° 3).
169. Tectonique et minéralisation sur le versant sud de la Montagne Noire (*A. S. G. B.*, t. LXX, n° 4, 1947).
170. L'Université de Liège et la Colonie (*Bull. Soc. Belge d'Etudes et d'Expansion*, n° 127, 1947).
171. Le Centre Interfacultaire d'Études Coloniales de l'Université de Liège (*Bull. Alumni de la Fond. Univ.*, 1947).
172. Minéralisation et mobilisme. Volume de la Fac. Sciences Appliquées de l'U. Lg. Centenaire A. I. Lg., 1947.
173. La Recherche Scientifique au Congo belge (*R. U. M.*, août 1948).
174. La minéralisation de Lozari (Coser) (*A. S. G. B.*, t. LXXXI, 1948).
175. Cours de géographie minière industrielle (2^e édition). Ed. Desoer, 1948.
176. Que représentent nos gisements d'or congolais ? (*Bull. de la Soc. Belge d'Etudes et d'Expansion*, 1949).
177. Organisation du Service des Mines au Congo belge. — Congrès du Centenaire de l'A. I. Lg. (1947); Section Coloniale, 1948.
178. Répartition des charbons belges suivant leur teneur en matières volatiles et leur utilisation industrielle. — Congrès du Centenaire de l'A. I. Lg. (1947); Section de Géologie, 1949.
179. (Legraye et G. Lyonnais). Une application de la géologie à un problème d'exhaure des mines (*Ass. Franc. pour l'avancement des Sciences*, 1939).
180. Résultat des journées des carburants de Liège (*Soc. Royale Belge des Ingénieurs et des Industriels*, 1941).
181. Développement industriel et agricole; orientation vers une économie de guerre (*Bull. Scientifique de l'A. I. M.*, 1946).
182. L'activité des géologues américains pendant la guerre (*A. S. G. B.*, t. LXIX, 1946).
183. Relations entre les granites du Nord Est et de l'Est du Congo belge et les minéralisations (*A. S. G. B.*, t. LXXXIII, 1949).
184. Les minéralisations de l'Est du Congo belge dans leurs relations avec les roches magmatiques et la tectonique (*A. S. G. B.*, t. LXXXIII, 1949).
185. Le premier Congrès International de l'habitat de l'étudiant (*Bull. de l'Ass. des Amis de l'U. Lg.*, n° 3, 1950).
186. Le pétrole au Congo belge (*Revue U. M.*, t. VII, n° 10, 1951).

187. Les sciences géologiques et leurs débouchés (*Bull. de l'Ass. des Amis de l'U. Lg.*, n° 3, 1951).
 188. Quelques précisions relatives aux variations des teneurs en matières volatiles des charbons du bassin de la Campine (*A. S. G. B.*, LXXVI, 1953).
 189. Géologie appliquée (cours professé à l'Université, 2^e édition), 1952.
 190. Cours Hydrogéologie (cours professé à l'Université), 1951.
 191. Leçons de géographie minière et industrielle, 3^e édition, 1954.
 192. Géologie, énergie, transports, facteurs du développement de l'industrie chimique au Congo belge (*Chimie et Industrie*, Paris, septembre 1954).
 193. Les ressources de la Belgique en minerais métalliques et en combustibles (*in* Prologue d'une description géologique de la Belgique, publié par la Société Géologique de Belgique), 1954.
 194. Quelques observations sur les pegmatites de la région de Kabunga (Kivu, Congo belge) (*A. S. G. B.*, t. LXXVIII, 1955).
 195. (Legraye et Goffinet). Etude géologique et métallogénique du gisement de wolfram de Montredon-Labessonnié (Tarn, France) (*A. S. G. B.*, t. LXXVIII, 1955).
 196. Principes de la géologie des eaux souterraines (*in* Livre de l'eau, t. II, Centre Belge de Documentation des Eaux), 1955.
 197. L'industrie Chimique au Congo belge (*Industrie chimique belge*, t. XIX, 1954).
 198. La question du pétrole au Congo belge (*Technique et Humanisme, bulletin A. E. E. S.*, Liège, 1953-1954, n° 5).
 199. Les ressources en eaux de la Belgique (*Bulletin du Centre Belge d'Etude et Documentation des Eaux*, Liège, n° 29, 1955, III).
 200. Energie nucléaire : matières premières, leur économie. Autographie, 1956.
 201. Le marché de l'Aluminium (*Acad. roy. des Sciences Coloniales*, III, 1957, 4).
 202. L'avenir de l'Industrie Minière au Congo belge (*Acad. roy. des Sciences Coloniales*, IV, 1958, 5).
 203. Quelques particularités nouvelles du gisement de wolfram de Montredon (Tarn, France) (*A. S. G. B.*, t. LXXXI, 1958).
 204. Isovolatiles et métamorphisme des Charbons belges (*Revue de l'Industrie Minérale*, juillet 1958).
 205. Notice nécrologique de René Cambier (*Acad. roy. des Sciences Coloniales*, III, 1957, I.)
 206. Géographie industrielle (cours professé à l'Université, 5^e édition), 1959.
-