

PROGRAMME DES EXAMENS

POUR L'OBTENTION

DU

CERTIFICAT D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

de Géologie et de Minéralogie appliquées

DÉLIVRÉ PAR LA

Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble

L'examen¹ pour l'obtention du Certificat de Géologie et de Minéralogie appliquées de la Faculté des Sciences de Grenoble comprend les épreuves suivantes :

- 1° Une *composition écrite* ;
- 2° Une *épreuve pratique* ;
- 3° Une *épreuve orale*.

Les sujets de ces épreuves seront empruntés au programme suivant :

¹ L'enseignement préparatoire à cet examen comprend *deux années* d'études à la Faculté des Sciences, durant lesquelles la plupart des questions portées sur le présent programme seront traitées par le Professeur ou étudiées pendant les séances pratiques ; *les indications bibliographiques* nécessaires seront données aux étudiants pour se mettre eux-mêmes au courant des matières qui n'auront pu, faute de temps, faire l'objet de leçons ou de conférences.

PARTIE PUREMENT SCIENTIFIQUE

But et définition de la Géologie et de la Minéralogie ; sciences géologiques et minéralogiques ; leurs principales divisions ; sciences accessoires s'y rattachant.

A. — NOTIONS DE GÉOLOGIE NÉCESSAIRES A LA PRATIQUE

1. **Éléments de Géophysique.** — Le globe terrestre, ses conditions physiques ; température, magnétisme terrestre, etc. . . ; répartition générale du relief terrestre ; hydrographie. — Idées générales de la vie sur les continents et dans les mers.

2. **Géodynamique.** — *Actions externes* modifiant l'écorce terrestre. Action de l'Atmosphère, sa composition, ses propriétés ; érosion, désagrégation, transport éolien ; phénomènes désertiques, dunes. — Action (physique et chimique) de l'Eau ; eaux marines : leur composition et leurs propriétés, érosions marines, sédimentation et précipitation à diverses profondeurs ; lagunes ; eaux courantes, torrents, rivières, fleuves, estuaires ; lacs, leurs sédiments ; érosion (*cañons*) ; alluvions, cônes de déjections, deltas ; ruissellement, dissolution et précipitation, hydratation, désagrégation ; eaux souterraines (leur action chimique), rivières souterraines, grottes, etc. ; nappes aquifères, sources. — Neiges et Glaces ; avalanches ; glaciers, moraines, blocs erratiques, dépôts fluvioglaciers, etc. . . ; mouvements des glaciers. — Action des animaux et des végétaux (Récifs de polypiers, Guano, Tripoli, tourbières, etc. . .).

Actions internes. — Chaleur interne, degré géothermique, sources thermales. — Phénomènes volcaniques et geysériens ; solfatares, salses, etc. Théories diverses. — Produits solides, liquides et gazeux des appareils volcaniques ; grisou, émanations d'acide carbonique, etc. — Phénomènes de dislocation, tremblements de terre (Sismologie). — Mouvements lents de l'écorce

terrestre (déplacements des lignes de rivage). — Magnétisme terrestre (ses variations).

3. Géologie proprement dite. — Notions sur la composition générale de l'Écorce terrestre : formations éruptives et sédimentaires ; métamorphisme.

Pétrographie (Lithologie) ou Étude des roches. — Roches composées et roches simples. — Aperçu des méthodes de la Pétrographie moderne : méthodes mécanique (séparation des éléments), minéralogique (caractères optiques et microchimiques) et chimique (analyse globale, magmas). — *Roches éruptives* : minéraux qui en forment les éléments ; textures, principes servant à leur classification ; âge et mode de gisement des différentes roches éruptives ; métamorphisme, marmorisation. — *Roches sédimentaires* : Examen micrographique, classification ; emploi du réactif de Schulze pour les roches combustibles. — Formes diverses de la désagrégation, ses produits. — Terre végétale.

Stratigraphie. — Chronologie des roches sédimentaires. — Principes de superposition, de continuité, caractère paléontologique ; synchronisme et parallélisme. — Simple aperçu sur les méthodes et les résultats de la *Paléontologie* : fossiles, processus de fossilisation. — Facies et provinces ; transgressions, régressions, discordances ; stratification horizontale, inclinée, entrecroisée, accidents de stratification. — Utilisation de toutes ces données pour l'histoire du globe, reconstitutions paléographiques.

Étude chronologique des terrains. Leurs caractères généraux. Nomenclature et subdivisions.

Groupe primaire. — Systèmes Archéen (cristallophyllien), Précambrien, Silurien, Dévonien, Carbonifère et Permien ; leur composition, leurs principaux fossiles¹ caractéristiques. — Cal-

¹ Les restes fossiles dont la connaissance est exigée aux *Épreuves pratiques* sont les suivants (les candidats devront accompagner leur détermination d'indications écrites sur la nature et l'âge du fossile et sur les couches qu'il caractérise).

GROUPE PRIMAIRE OU PALÉOZOÏQUE

Bilobites (Cruziana). — Système Silurien.

Trilobites. — Systèmes Silurien, Dévonien (plus rares dans le Carbonifère et le Permien).

Conularia. — Système Silurien surtout.

caires et marbres anciens, gisements ardoisiers, mode de formation de la houille, *types de bassins houillers*, anthracites des Alpes, grès permien, schistes cuivreux de Mansfeld, minerais de fer de l'Archéen, du Silurien et du Carbonifère. Gypses et sels divers, dolomie, du Permien.

Groupe secondaire. — Systèmes Triasique, Jurassique et Crétacé ; leur composition et leurs principaux fossiles. — Sel gemme, gypses, anhydrites du Trias et du Purbeck ; dolomies, grès bigar-

Graptolites. — Système Silurien.

Orthoceras. — id.

Orthis. — id.

Spirifer. — Systèmes Dévonien et Carbonifère.

Calceola sandalina Lamk. sp. — Système Dévonien (partie moyenne).

Pleurodyctium. — Système Dévonien.

Clymenia. — id.

Goniatites. — id.

Productus. — Systèmes Carbonifère et Permien.

Fusulina. — Système Carbonifère.

Lepidodendron. — Système Carbonifère.

Sigillaria. — id.

Nevropteris. — id.

Pecopteris. — id.

Annularia. — id.

Walchia. — Système Permien.

Palæoniscus. — id.

} Différents niveaux
houillers.

GROUPE SECONDAIRE OU MÉSOZOÏQUE

Voltzia. — Système Triasique.

Ceratites. — id.

Encrinus. — id.

Myophoria. — id.

Megalodon. — id. (existait déjà dans le Dévonien).

Avicula contorta Portl. — Système Jurassique, section inférieure (Lias),
Étage Rhétien.

Gryphæa arcuata Lamk. sp. — Système Jurassique, section inférieure
(Lias).

Belemnites. — Système Jurassique, section inférieure (Lias) (existe aussi dans
les autres étages jurassiques et crétacés).

Pentacrinus. — Système Jurassique, section inférieure.

Ammonites des genres *Amaltheus*, *Harporceras*, *Ægoceras*, *Arietites.* — Sys-
tème Jurassique, section inférieure (Lias).

Stomechinus. — Système Jurassique, section moyenne.

Clypeus. — id. id.

rés, grès verts, argiles et marnes, schistes bitumineux, calcaires à chaux hydraulique et à ciments, calcaires oolithiques, zoogènes, etc. . . ; marbres du Jurassique et du Crétacé ; craie ; gaize. Gisements de minerais de fer, de phosphates de chaux du Jurassique et du Crétacé ; houille et lignites crétacés et jurassiques.

Groupe tertiaire. — Systèmes Eogène (Eocène, Oligocène) et Néogène (Miocène et Pliocène) ; leur composition et leurs principaux fossiles. — Calcaires grossiers, calcaires à Nummulites, calcaires lacustres, travertins, etc. . . ; meulières, argiles plastiques, sables réfractaires, sables et grès divers, faluns, mollasses, arkoses, ardoises des Alpes, limons et galets. — Formation sidé-

Ammonites des genres *Cœloceras*, *Parkinsonia*. — Système Jurassique, section moyenne.

Ostrea acuminata Sow. — Système Jurassique, section moyenne.

Ammonites des genres *Peltocheras*, *Macrocephalites*, *Cardioceras*, *Perisphinctes*, *Aspidoceras*, *Neumayria* ; *Aptychus*. — Système Jurassique, section supérieure.

Posidonomya alpinu A. Gras. — Système Jurassique, section moyenne et base de la supérieure (Callovien).

Diceras. — Système Jurassique, section supérieure.

Nerinea. — id. id.

Exogyra virgula Defr. — Système Jurassique, section supérieure.

Pygope janitor Pict. sp. — id. id.

Cidaris.

Terebratula.

Rhynchonella.

Ammonitides des genres *Phylloceras* et *Cyrtoceras*.

Ammonites des genres *Hoplites*, *Holcostephanus*, *Desmoceras*, *Crioceras*, *Ancyloceras*. — Système Crétacé, section inférieure.

Belemnites plates (*Duvalia*). — Système Crétacé, section inférieure.

Exogyra Couloni Defr. — id. id.

Toxaster (Echinospatagus). — id. id.

Requienia. — id. id.

Orbitolina. — id. id.

Ammonitides des genres *Acanthoceras*, *Hoplites*, *Schlaenbachia*, *Turrilites*. — Système Crétacé, section moyenne.

Inoceramus. — Système Crétacé, section moyenne.

Holaster. — id. id.

Belemnitella. — Système Crétacé, section supérieure.

Baculites. — id. id.

Inoceramus. — id. id.

Hippurites. — id. id.

Radiolites. — id. id.

} Systèmes Jurassique
et Crétacé.

rolithique, gisements de phosphates (Algérie), de sel, de gypse, de soufre, de silice (tripoli); lignites tertiaires.

Système pléistocène (quaternaire). — Sa composition et ses principaux fossiles. — Notions sur les dépôts glaciaires et fluvioglaciacaires; terrasses, moraines, grottes, tourbières, plages soulevées. — Premières traces de l'industrie humaine. — Gravier, limons, argiles, sables, brèches, tufs.

Gisements de Minerais de fer, de Tourbe, etc., de l'époque pléistocène.

Formations éruptives. — Notions sur leur origine, leur mode

| | |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| <i>Ostea vesicularis</i> Lamk. — | Système Crétacé, section supérieure. |
| <i>Crania.</i> — | id. id. |
| <i>Echinoconus.</i> — | id. id. |
| <i>Micraster.</i> — | id. id. |
| <i>Ananchytes.</i> — | id. id. |
| <i>Cyclolites.</i> — | id. id. |

GROUPE TERTIAIRE OU CÉNOZOÏQUE

| | |
|--|---------------------------|
| <i>Helix.</i> — | Mollusque terrestre. |
| <i>Physa.</i> | } Mollusques d'eau douce. |
| <i>Planorbis.</i> | |
| <i>Limnaea.</i> | |
| <i>Potamides.</i> | } Mollusques saumâtres. |
| <i>Melania.</i> | |
| <i>Congeria.</i> | |
| <i>Cyrena.</i> | |
| <i>Cerithium.</i> | } Fossiles marins. |
| <i>Turritella.</i> | |
| <i>Nassa.</i> | |
| <i>Cytherea.</i> | |
| <i>Ostrea crassissima</i> Lamk. (Miocène). | } Fossiles marins. |
| <i>Pecten</i> (surtout Miocène et Pliocène). | |
| <i>Scutella</i> (Miocène). | |
| <i>Clypeaster</i> (Miocène). | |
| <i>Nummulite</i> (Eocène). | |
| <i>Orbitolites</i> (Eocène). | |
| <i>Lithothamnium</i> (Miocène surtout). | } Mammifères terrestres. |
| <i>Lamna</i> (dents). — Poisson marin (Squalidée). | |
| <i>Dinotherium</i> (dents) (Miocène). | |
| <i>Hipparion</i> id. | |
| <i>Mastodon</i> id. (Pliocène). | |
| <i>Elephas</i> id. (Pliocène et Pléistocène). | |

de gisement (Filons, dykes, masses intrusives, batholites (massifs), laccolithes, coulées, etc. . .). — Leur succession et les traits généraux de leur répartition en Europe. Métamorphisme éruptif ou de contact.

Gîtes minéraux. — Définition des gîtes minéraux; succession et âge des divers gîtes métallifères; Phénomènes filoniens; étude spéciale des filons, de leur composition, de leurs variations et de leurs dispositions diverses, leur âge; règles concernant leur exploitation, nomenclature usitée. — Gîtes minéraux divers, amas, gîtes sédimentaires. Origine et associations des minéraux de ces gîtes.

Chronologie des roches éruptives et des phénomènes orogéniques: Histoire sommaire des déplacements des terres et des mers pendant les périodes géologiques (paléographie), de la formation des vallées, etc. . .

Orogénie. — Principales formes de dislocations de l'Écorce terrestre, dislocations intimes (marmorisation, schistosité); âge des dislocations; détails et exemples spécialement tirés de la région dauphinoise; Localisation de ces phénomènes dans le temps et dans l'espace (zones de plissement successives, champs de fracture, etc.). Théories orogéniques diverses (simple aperçu).

Étude sommaire des principales régions naturelles de la France et en particulier du Sud-Est de ce pays.

B. — NOTIONS DE MINÉRALOGIE GÉNÉRALE NÉCESSAIRES A LA PRATIQUE

Définition de l'espèce *minérale*; différence entre un *minéral* et une *roche composée*. — Propriétés organoleptiques (saveur, couleur, éclat, toucher, odeur, sonorité, etc.), physiques et chimiques des minéraux; notions sommaires sur leurs propriétés optiques et sur le rôle de ces propriétés dans leur détermination.

Notions élémentaires de *Cristallographie*: l'état cristallin et ses conséquences, clivage, théorie des assemblages réticulaires; symétrie; systèmes cristallins, formes primitives, dérivation, hémimétrie, hémitropie. Mesure des angles (goniomètres). Dimorphisme, isomorphisme.

Analyse qualitative¹ des minéraux. Essais pyrognostiques. Chalumeau ; principaux réactifs.

Synthèses minéralogiques (rubis, diamant, etc. . .).

Notations et nomenclature minéralogique (simples notions).

II

PARTIE APPLIQUÉE

A. — GEOLOGIE RÉGIONALE

Méthodes et moyens employés pour faire l'étude géologique d'une région donnée.

Cartes et profils géologiques.

Leur lecture et leur utilisation ; couleurs et signes conventionnels ; échelles diverses (exemples) ; échelles des longueurs et des hauteurs.

Levé des cartes et profils géologiques. — Rôle minimum de l'hypothèse et de la théorie. — Outillage du géologue (boussole, clinomètre, baromètre, sonde portative, etc. . .) et du minéralogiste (loupe, échelle de dureté, chalumeau, etc. . .) en campagne. Affleurements ; observations à ciel ouvert et souterraines, sondages ; indications données par les formes du terrain et la végétation, la couleur du sol, etc. . ., formations superficielles ; pendage, direction des couches (leur évaluation) ; synthèse des faits observés ; tracé des limites des assises stratifiées, des filons, des formations éruptives ; leur intersection avec la surface de relief ; dislocations ; *forme des contours qui en résultent* sur la carte pour les cas des diverses formes de dislocations (problèmes et constructions). Cas des discordances et transgressions.

¹ L'analyse *quantitative*, dont les procédés sont du ressort de la *chimie* ordinaire, n'est pas comprise dans ce programme.

Utilisation de ces documents pour des recherches diverses : galeries, « travers bancs », puits, sondages, etc. . . — Recherche des couches de marne, d'argile, de sables, des niveaux aquifères, etc. . . , de minerais en amas, en couches, en filons.

B. — APPLICATIONS DE LA GÉOLOGIE ET DE LA MINÉRALOGIE A L'ART DE L'INGÉNIEUR

Travaux publics et privés : établissement de tranchées, de tracés de routes, de voies ferrées, de ports, de digues, de barrages, de canaux, de souterrains, de tunnels, etc. . . ; rôle de la succession, de l'inclinaison et de l'état de dislocation des couches, de leur stabilité, de leur solidité, de leur perméabilité, de leur solubilité (gypses, etc. . .), de la présence de cavités et d'érosions souterraines, pour ces divers travaux. — Recherche des matériaux d'empierrement, de construction, etc. . . — Sondages, puits, fondations d'édifices, piles de ponts.

Rôle des différents terrains dans le cas d'accidents sismiques.

Mesure du déplacement des rivages, des dunes et des glaciers. Leur importance pour l'emplacement des travaux et de constructions. — Influence des variations des glaciers sur le régime des cours d'eau de montagnes utilisés dans l'industrie. La « houille blanche ». Mesures protectrices contre les débâcles glaciaires et contre les avalanches.

Profils des cours d'eau, leur régularisation ; colmatage, extinction des torrents ; travaux dans leur bassin de réception, dans leur chenal et dans leur cône de déjection ; nécessité d'un reboisement *judicieusement pratiqué*. — Indications sommaires sur les chutes d'eaux et leur utilisation. — Barrages, inondations, endiguements, deltas. — Phénomènes littoraux et travaux maritimes (ports, digues, etc.). Marais salants.

Mesure de la profondeur des lacs et des cours d'eau, sondes. — Mesure de la vitesse d'un courant d'eau à la surface et en profondeur. — Évaluation du débit, jaugeage. Mesure de la température de l'eau. — Dragages.

Élévation de température dans les tunnels et dans les mines (degré géothermique) ; procédés pour remédier à ses inconvénients. Grisou. — Phénomènes grisouto-sismiques.

Influence des variations régulières ou accidentelles (voisinage d'amas de minerais de fer) de la déclinaison magnétique dans les travaux souterrains.

C. — APPLICATIONS DE LA GÉOLOGIE ET DE LA MINÉRALOGIE A L'AGRICULTURE

Les méthodes de culture varient avec le sol, le climat et les conditions économiques ; influence de la nature du sol sur les lois qui régissent ces variations.

Terre végétale ; sol et sous-sol, influence physique et chimique du sous-sol ; aliments de la plante, nitrification. Étude du sol arable, analyse physique (densité, perméabilité, aréabilité des sols). — Sources et drainages, irrigations.

Analyse chimique des sols, recherche de certaines matières : *carbonate de chaux*, son rôle, influence sur la végétation ; pouvoir chlorosant ; solubilité, attaque variable des roches calcaires par les eaux météoriques et d'infiltration (calcimètres) suivant les conditions physiques et la nature de la roche ; sable, argile, acide sulfurique, phosphate et sulfate de chaux, potasse, pyrites, acide humique, etc. . .

Influence des précipitations atmosphériques ; rôle de l'eau et de l'atmosphère (oxygène) (oxydations), acide carbonique (décalcification, etc.), ammoniacque, acide azotique).

Différentes catégories de sols. — Cartes agronomiques, ce qui les distingue des cartes géologiques ; utilisation judicieuse et *interprétation* de ces dernières pour l'établissement des premières ; cartes à grande échelle ; prises d'échantillons pour l'analyse ; aires d'égale composition du sol. — Influence des conditions de pente, d'exposition, d'irrigation sur la nature des sols.

Amendements et engrais complémentaires des différents sols. — Terres formées par la décomposition des différentes roches qui composent l'écorce terrestre. — Terrains de formation récente : dépôts meubles sur les pentes, rideaux, dunes (leur fixation), limons, loess, alluvions (Graisivaudan, Camargue), sables et cordons littoraux, marais, polders, wateringues ; influences organiques diverses (tourbières, guano, etc. . .). Tschernoyzem.

Différentes régions naturelles de la France pouvant servir de types au point de vue de la Géologie agricole (« pays » ou régions naturelles).

Engrais minéraux. — Marnage, chaulage ; gisements de phosphates de chaux, de gypse, de cendres pyriteuses, de nitrates, de guano, sels de potasse, calcaires, etc., employés pour la culture de la vigne. — Minéralogie agricole.

D. — HYDROLOGIE

Problèmes généraux de l'Hydrologie souterraine. — Hydrodynamique (notions).

Propriétés physiques et chimiques et origine des eaux souterraines ; leur température.

Relations des eaux souterraines avec les éléments qui composent l'écorce terrestre, circulation des eaux souterraines ; couches et roches *perméables et imperméables* ; niveaux aquifères ; stratification, dislocations, failles, niveau piézométrique (hydrostatique).

Eaux potables, leurs caractères ; Sources. — Divers cas (sources phréatiques, sources d'affleurements, de fractures, vaclusiennes, etc... ; sources jaillissantes, puits artésiens). Bêtoires et bois-tout ; sources intermittentes, rivières souterraines.

Débit des sources ; jaugeage.

Recherche des sources et des eaux souterraines : signes extérieurs, caractères hydrographiques locaux, caractères géologiques, leur importance. Différents cas possibles. Emploi de la fluorescéine, de l'uranine, de la levure de bière. Captage et aménagement des sources. Alimentation des villes.

Protection des sources ; mesures à prendre suivant les conditions géologiques du sous-sol.

Sources thermo-minérales. — Leurs relations avec les sources ordinaires. — Leurs propriétés chimiques et thérapeutiques.

Origine des eaux thermales, causes de leur thermalité, causes de leur remontée à la surface ; minéralisation (composition de ces eaux, gaz et sels en dissolution, leur origine).

Émergence des sources thermales, causes déterminantes de la position de leur griffon, lignes de moindre pression de la surface

topographique. Température des sources thermales ; débit des sources thermales. Propriétés diverses, organismes, etc. . .

Répartition de ces sources à la surface du globe, relations avec la structure géologique. — Exemples.

Captage des sources thermo-minérales, description des principales méthodes de captage. Recherche des eaux thermo-minérales. — Exemples pris dans la région du Sud-Est.

E. — APPLICATIONS DE LA GÉOLOGIE DE LA PÉTROGRAPHIE ET DE LA MINÉRALOGIE A L'INDUSTRIE

Étude successive de chacune des substances utiles (roches) renfermées dans l'écorce du globe, description de leurs principaux gisements, examen de leur mode de formation et indication des questions industrielles que comporte leur extraction.

a. — **Roches**¹.

Les principales roches considérées au point de vue de leurs caractères et de leur utilisation technique. Méthodes d'essais pour déterminer les propriétés suivantes : dureté, aptitude à

¹ Les roches dont la connaissance est exigée aux Épreuves pratiques sont les suivantes (les candidats devront accompagner leur détermination d'indications manuscrites sur la composition, le mode de gisement, l'âge, les propriétés et l'utilisation pratique de la roche) :

Roches sédimentaires.

Conglomérats et Anagénites, Nagelfluh, Poudingues, Grès calcaires, Grès verts, Grès siliceux, Sparagmite, Macignos, Psammites, Grès argileux, Grès feldspathiques, Arkoses, Mollasses, Grauwackes.

Graviers, Saules (siliceux, calcaires, glauconieux, etc. . .), Arènes.

Faluns, Tangues, Bonebeds.

Brèches simples, Brèches polygéniques. Pseudobrèches (fausses brèches). Quartzites, Phtanites (Lydite), Silex, Chailles, Meulières. Gaize, Geyserite.

Doiomies, Cargneules.

Calcaires compacts, zoogènes, oolithiques, à Entroques, Lumachelles, etc.

recevoir le poli, clivage, fissilité, flexibilité, élasticité, ténacité, résistance au choc, à l'écrasement, à l'usure, à la torsion, à la traction, etc. . . , cohérence, *perméabilité*, porosité. — Eau de carrière, résistance au feu, fusibilité, conductibilité thermique (longrain), dilatabilité, gelivité, altérabilité naturelle (ses produits), densité, coloration (sa persistance).

Leurs utilisations diverses comme matériaux de construction

Calcaires amygdalaires et rognonneux (fausses brèches). — Calcaires lithographiques.

Marbres calcaires divers. — Calcaires cristallins (saccharoïdes, lamellaires).

Calcaires lacustres, Travertins, Tufs calcaires, Calcaires concrétionnés (Stalactites, etc.).

Calcaires à chaux grasse. — Craie et ses variétés.

Calcaires argileux, à chaux hydraulique, à ciments, etc. . . Marnes.

Argiles plastiques, smectiques, tégulines, réfractaires, ferrugineuses (Ogres), terre de pipe.

Limons, Loess, Lehm, Terre à Pisé.

Phosphorites et Phosphates de chaux divers.

Gypse et Anhydrite.

Sel gemme (v. ci-après la liste des minéraux).

Roches glauconieuses (Grès, Sables, Calcaires glauconieux).

Houille (et ses variétés), Boghead, Anthracite, Lignite, Dysodile, Tourbe, Bitume, Asphalte.

Guano.

Principaux minerais (v. la liste des minéraux), Sphérosiderite.

Schistes ardoisiers, Argilites (Thonschiefer), Schistes bitumineux, Schistes cuprifères, alunifères, coticules, etc.

Seplaria, Géodes, Nodules divers.

Roches de métamorphisme.

Gneiss, Micaschistes, Talcschistes et Schistes à Séricite, Amphibolites, Cornes, Phyllades (ardoises), Calcschistes, Cipolins.

Roches éruptives et volcaniques.

Granite et Granulite, Granite à Amphibole (Égypte), Protogine, Pegmatite (Produits d'altération : Kaolin, etc.), Syénite, Minette, Kersantite, Diorite (et Corsite), Diabase, Gabbro (et Variolite), Ophite, Microgranulite et Microgranite, Porphyres divers (quartzifères, pétrosiliceux), Orthophyre et Trachytes divers, Domite, Phonolite, Porphyrite et Andésite, Serpentine et Ophicalce, Mélaphyre et Basaltes, Spilite, Rétinite, Laves diverses Obsidienne, Ponce, Pouzzolane, Lapilli, Bombes, Tufs éruptifs, Brèches volcaniques. — Pépérites, Cinérites, Wackes.

(pierres de taille, moellons, dalles, pierres à chaux, pierres à plâtre, pierres à ciments, argiles et limons pour tuile, briques, terre à pisé); ardoises, meulières, pierres de décoration et sculpture (Étude des types de marbres les plus connus); matériaux d'empierrement et de pavage, minerais; utilisation des phénomènes magnétiques et emploi de la boussole pour la recherche des gîtes ferrugineux; roches combustibles (variétés diverses de combustibles naturels).

Roches employées comme matières premières pour industries diverses (électrométallurgie, électrochimie), comme amendements, comme engrais, pour l'alimentation (sel gemme, mines de sel, sources salines, marais salants), pour usages divers (pierres à polir, sables pour moulages et verrerie, mosaïques, pierres lithographiques, blanc d'Espagne, etc...), comme matériaux réfractaires, pour la céramique, pour les industries électriques (graphite pour électrodes, granite reconstitué pour isolants, etc...).

Moyens d'augmenter la résistance des roches aux intempéries (silicates et fluosilicates).

Indications spéciales sur les *roches combustibles*, les *bassins houillers*, détails sur leur formation, leurs différents types de structure, origine de la houille, avenir de l'exploitation houillère dans les principaux pays. — Gisements de lignites. — Les tourbières, leur utilisation et et leur exploitation.

Mode de gisement des différentes roches, disposition des strates, des diaclases et lithoclasses, de la schistosité, son importance pour l'« attaque » et l'exploitation. — Carrières et exploitations souterraines. — Notions sur l'extraction et l'élaboration de leurs produits; leur avenir.

b. — Minéraux¹.

Les espèces minérales les plus importantes et en particulier celles qui ont une utilisation pratique; nature de chaque miné-

¹ Les minéraux dont la connaissance est exigée à l'Épreuve pratique sont les suivants (les candidats devront accompagner leurs déterminations d'indications écrites sur la nature, les caractères, les gisements classiques et les usages du minéral) :

I. — Diamant, Graphite (Graphitoïde, Plombagine), Houille, Anthracite, Lignite (et Jais ou Jayet), Tourbe, Pétrole, Naphte, Malthé, Bi-

ral, ses propriétés, ses usages ; principaux centres de production ; valeur approximative, description de ses gisements classiques ; indications sommaires sur son exploitation et son élaboration.

Minéralogie appliquée à la métallurgie. Principaux minerais (minéraux métallifères) ; minéraux employés accessoirement en métallurgie (minerais de Chrome, Vanadium, Tungstène, etc. . .). Fondants et dissolvants, etc. . . Notions sur le traitement industriel des minerais.

Emploi de certains minéraux dans les industries électriques soit comme *isolants* (Mica, Stéatite, Ozocérite, Soufre), soit pour l'Électrochimie et le four électrique (Alumines naturelles diverses, Cryolithe, Bauxite, Magnésie, Alumine, Émeri, Calcaire chimiquement pur, Fluorures d'Aluminium et de Sodium, Fluorures et Chlorures divers, Carnallite, Salpêtre, Borax, Natron, sel de

tume, Asphalte, Cires fossiles (Ozocérite), Résines fossiles (Ambre ou Succin).

- II. — Soufre, Sélénium, Tellure, Arsenic, Antimoine.
- III. — Réalgar.
- IV. — Métaux natifs : Or, Argent, Mercure, Cuivre, Bismuth, Plomb, Étain, Zinc, Nickel, Cobalt, Fer, Platine et métaux voisins.
- V. — Principaux Arséniures : Loellingite, Leucopyrite, Nickeline, Smaltine.
- VI. — Principaux Antimoniures.
- VII. — Séléniures et Tellures (tellurure d'Or).
- VIII. — Antimonio-sulfures et Arsenio-sulfures : Mispickel, Cuivres gris (Tétraédrite et Tennantite), Bournonite, Argents rouges et Argents noirs, Cobalt gris.
- IX. — Sulfures : Argyrose, Galène, Blende, Pyrite, Marcassite, Bismuthine, Chalcosine, Stibine, Cinabre, Pyrrhotine, Chalcopyrite, Philippsite, Argyrodite ; Cuprite, Fer oxydulé (Magnétite), Fer oligiste (Hématite rouge, sanguine et variétés diverses), Fer titané (Ilménite), Zincides, Oxydes de titane (Anatase, Rutile) ; Oxydes d'Étain (Cassitérite), — Oxydes de Manganèse (Braunite, Wad, Haussmanite), Corindon (Saphir, Émeri, Goëthite, Limonite (Hématite brune et ses variétés ; fer des Marais, etc.)), Acérodèse, Pyrolusite, Spinelles, Bauxite, Pechurane.
- X. — Chlorures, etc. . . : Sel gemme, Sylvine, Carnallite, Stassfurtite, Salmiac, Cryolite, Fluorine, Cérargyrite.
- XI. — Silice : Quartz et ses variétés (Cristal de roche, Améthyste, etc. . .), Sables, Silex, Calcédoine, Agate, Jaspe, Phtanite, Tripoli (Randanite). — Opale (Mélinite, Résinite, etc.).

Glauber,), soit pour l'Électrométallurgie (Molybdates, tungstates, uranates, titanates, vanadates, silice, silicates (feldspaths), minéraux chromifères, etc. . .).

Utilisation de minéraux à titres divers : extraction de métaux précieux (joaillerie, ornementation), industries chimiques, pyrotechnie, céramique, agriculture ; minéraux employés, à cause de leur dureté, minéraux utilisés comme combustibles ; pour l'alimentation (Sel gemme, etc).

Notions spéciales sur l'exploitation *et les gisements* du Diamant, du Graphite, des Hydrocarbures gazeux, liquides, visqueux et solides, de minéraux de la famille du Bore (Borax, Boracite), du Chlore, Brome, Iode, Fluor ; de la Silice (Quartz, Sables, Agate, Jaspe, Opale) ; Silicates divers : (Mica, Amiante, Topaze, Émeraude, Grenats, Gemmes diverses), du Soufre, du Selenium, du Tellure, du Phosphore (Apatite, Phosphorites, Turquoise), des Salpêtres, des sels de Potassium (Kaïnite, Carnallite, Kieserite, Stassfurtite), de Sodium (Sel gemme, Glaubérite, Natron), des minéraux lithinifères (Pétalite, Triphane, Lépidolithe, Triphylline, Amblygonite, etc. . .), des composés du Calcium (Calcite, Aragonite, Gypse,

- XII. — Silicates : Feldspaths (Orthose, Plagioclases), Leucite, Lapis-Lazuli. Pyroxènes et Amphiboles (Amiante). Micas. Chlorites. Kaolin, Bol, variétés d'Argile. Talc (pierre ollaire), Stéatite, Magnésite (Écume de Mer), Serpentine (craie de Briançon). Grenats, Épidote, Cordiérite. Péridots. Calamine électrique, Tourmaline, Topaze, Émeraude. Zircon, Sphène. Zéolithes, Andaloussite, Disthène, Staurotide.
- XIII. — Borates : Boracite, Borax.
- XIV. — Carbonates : Calcite (Marbres cristallins, Stalactites, Stalagmites), Aragonite, Dolomie (Castine), Giobertite, Natron, Urao, Sidérose (Fer spathique et Sphérosidérite), Diallogite, Smithsonite (Calamine vulgaire) et ses variétés, Cérusite, Withérite, Strontianite, Azurite, Malachite.
- XV. — Sulfates : Anglésite, Barytine, Célestine, Anhydrite (Karsténite), Gypse (pierre à plâtre, Albâtre), Epsomite, Alunite, Glaubérite, Polyhalite, Kiesérite.
- XVI. — Azotates : Salpêtre, Natronitre, Nitratine.
- XVII. — Phosphates et Arséniates : Amblygonite, Erythrine, Brushite, Turquoise, Apatite et ses variétés (Apatite cristalline, Phosphorite, nodules et phosphates de chaux divers), Pyromorphite, Mimétèse.
- XVIII. — Vanadates, Tungstates, Chromates, etc. : Wolfram, Schééelite, Mélinose, Crocoïse, Fer chromé.

Anhydrite, Fluorine), du Magnésium (Dolomie, Glaubérite, Gjo-
bertite, Écume de mer), du Barium (Barytine), du Strontium
(Strontianite, Célestine), de l'Aluminium (Bauxite, Cryolite,
Corindon, Rubis, Saphir, Émeri, Argiles diverses), des *Métaux
natifs et Minerais* (Fer, Manganèse, Chrome, Nickel, Cobalt, Va-
nadium, Titane, Étain, Bismuth, Tungstène, Molybdène, Urane,
Antimoine, Arsenic, Cuivre, Zinc, Plomb, Mercure, Argent, Or,
Platine et métaux associés).

*Exemples divers pris en France et en particulier dans la région
dauphinoise.*

Eaux thermales alpines, hydrologie du Dauphiné; Chaux et
Ciments naturels; Phosphates de Chaux, Gypses et Anydrites,
Sables réfractaires. — Matériaux de construction et d'ornementa-
tion: l'Échaillon, Fontaine, le Lignet, Villebois, Marbres de Mau-
rin, Guillestre, Chomérac, etc..., etc... Mines d'Anthracite, de
Lignite, de Fer spathique, de Galène, d'Or, de Calamine, etc...

Esquisse d'une Géologie agricole du Dauphiné.

ÉPREUVES PRATIQUES

- 1° Reconnaissance de Minéraux, Roches et Fossiles empruntés aux listes ci-dessus.
- 2° Établir (sur le terrain) la carte géologique d'une portion de terrain donnée, dont est fournie la carte topographique.
- 3° Étant donnée une carte géologique détaillée, avec légendes et notice explicative,
 - a) Construire un profil géologique suivant une ligne donnée.
 - b) Établir la série des assises que rencontrerait un sondage dans un point donné.
 - c) Établir la coupe d'une galerie ou d'un tunnel dans une direction donnée.
 - d) Indiquer les niveaux aquifères et les points les plus favorables pour les recherches d'eau potable.
 - e) Indiquer les niveaux aquifères et les points les plus favorables pour l'établissement de puits artésiens.
 - f) Déterminer le périmètre de protection d'une source indiquée sur la carte.
 - g) Indiquer les ressources de la région en substances minérales exploitables, leur utilisation.
 - h) Établir le tracé le plus favorable pour un canal, une voie ferrée ou une route, un barrage, etc. . .
 - i) Indiquer autant que possible les conditions agricoles probables de la région considérée, les engrais et amendements à employer.
 - j) Indiquer les travaux à faire pour exploiter dans de bonnes conditions certaines roches ou assises indiquées d'avance.
 - k) Étant donnée la carte géologique d'une région disloquée, donner une description de la structure générale.
- 4° Analyse qualitative des substances minérales par voie sèche ; emploi du chalumeau, coloration de la flamme, perles ; procédés et réactifs divers : grillage, essais sur le charbon, azotate de Cobalt, réactions des sulfures, des sulfates, des tungstates, azotates, etc. . . ; des chlorures, bromures,

iodures. — Recherche de la Silice, de l'Alumine, de la Magnésie, du Zinc, du Manganèse, du Chrome.

- 5° Détermination des caractères physiques divers d'un minéral (dureté, densité, fusibilité, clivage, etc. . .).
- 6° Reconnaître si une roche est simple ou composée d'éléments minéralogiques divers, si un minéral est amorphe ou cristallin.
- 7° Reconnaître à quel système cristallin appartient un minéral cristallisé (il n'est pas indispensable de donner la notation des faces).
- 8° Reconnaître au microscope polarisant si une lame cristalline est homogène ou polysynthétique, isotrope ou anisotrope.
- 9° Mesurer avec le goniomètre à réflexion l'angle de deux faces cristallines.
- 10° Emploi des *calcimètres* pour l'analyse des terres.

Grenoble, le 1^{er} février 1902.

Le Professeur de Géologie et de Minéralogie,

W. KILIAN.

Vu et approuvé :

Le Doyen,

J. COLLET.