

EPREUVE ORALE DE SCIENCES DE LA TERRE

ENS : PARIS - LYON

***Coefficients* : PARIS : option Bio 10 / option Sciences de la Terre 19**

LYON : option Bio 5 / option Sciences de la Terre 8

MEMBRES DE JURYS : N. Coltice, G. Dromart, E. Kaminski, O. Lacombe, V. Lignier, Ph. Sarda

L'épreuve orale des Sciences de la Terre, commune aux ENS Paris et Lyon s'est déroulée à l'ENS de Lyon du 14 au 22 juin 2005. Cette épreuve se décline en deux parties devant deux interrogateurs différents. Le premier volet est un oral conventionnel pour lequel les candidats tirent un sujet au sort. Il n'y a pas de choix possible entre plusieurs sujets. Le candidat a 30 minutes de préparation au tableau avant de débiter une présentation libre de 30 minutes au cours de laquelle il est plus ou moins précocement et fréquemment interrompu par les questions de l'interrogateur. Le second volet qui fait immédiatement suite au premier est construit sur le mode d'un entretien. Cette partie dure 30 minutes pendant lesquelles le candidat est placé devant différents documents géologiques qui comportent systématiquement une coupe ou carte géologique, et un échantillon de roche ou un fossile. Il est adjoint à ces documents soit une image d'objets géologiques (toutes échelles), soit un diagramme ou graphique. L'ensemble des documents proposés tend à se référer soit à une région géologique, soit à un thème scientifique.

La forme de la première épreuve est a priori classique. Les candidats sont bien entraînés et réagissent bien dans leur présentation et leur comportement au tableau. Les sujets proposés sont généraux et cherchent souvent à mettre en connexion différentes parties du programme des classes préparatoires et du lycée. Au travers de la présentation libre du candidat, nous jugeons les capacités à mobiliser, sélectionner et structurer des connaissances, et à présenter clairement et simplement des objets, des histoires ou des modèles géologiques. Lors des questions, les aptitudes à comprendre le sens d'une question et à y répondre de manière concise, précise et convaincante sont évaluées. Les questions posées aux candidats sont palliatives ou extensives et sont, dans tous les cas, construites de telle sorte que le candidat sorte de l'épreuve avec une réponse ou au moins un certain éclairage sur son sujet. La seconde épreuve orale plus pratique permet de tester le comportement des candidats confrontés à des objets forcément inédits pour eux. La démarche analytique, la justesse des descriptions et la capacité de focalisation des candidats sur les objets traités sont particulièrement évaluées au cours de cette épreuve.

Ci-dessous sont énumérés quelques commentaires du jury, commentaires destinés à aider les futurs candidats dans leur préparation au concours.

- Les candidats relatent parfois des modèles géologiques sophistiqués mais ils sont souvent gênés lorsqu'il s'agit d'en fournir les fondements physico-chimiques et l'ordre de grandeur des objets et processus concernés (échelles spatiales, durées, vitesses, flux). Un modèle ne peut être uniquement qualitatif, composé de traits, de flèches et de mots, mais il se doit d'être quantitatif.

- Il est aussi nécessaire de connaître des valeurs et formules clés qui permettent de renforcer les démonstrations et d'éviter des erreurs vraiment péjoratives (par exemple le rayon de la Terre, les épaisseurs de la croûte, la gamme des densités et des vitesses des ondes P dans les roches sédimentaires, l'âge de la Terre, l'âge de la limite Crétacé-Tertiaire, le volume des océans, la gamme des pressions associées au faciès éclogite ; la surface d'une sphère, la formule de l'olivine...), et de posséder une culture scientifique générale sur les thèmes associés aux Sciences de la Terre (astronomie, astrophysique, climatologie, océanographie, géographie).

- Les candidats n'abordent pas assez les sujets avec une démarche scientifique claire qui peut être celle de construire au cours de la présentation un modèle à partir de données (approche empirique), ou qui peut être de présenter d'abord un modèle théorique et de tester son comportement en le confrontant aux données géologiques (approche rationnelle). Pour tout modèle, il s'agit de savoir comment il a été établi et paramétré, à quoi il sert (modèle de référence comme PREM, expériences numériques,...), et quelles en sont la précision et la fiabilité.

- Le langage utilisé doit être simple et précis. La maîtrise parfaite de certains mots qui sont des normes doit être assurée. Il faut être capable de distinguer dans les données géologiques ce qui relève d'une observation qualitative (forme, recoupement, lithologie...), d'une mesure, ou encore d'un calcul. On ne peut être approximatif quand on parle de la croûte qui n'est pas la lithosphère, d'une progradation qui n'est ni un *downlap* ni une rétrogradation, d'une schistosité qui n'est ni une foliation ni un litage.

Nous tenons également attirer l'attention des candidats et de leurs professeurs sur les manques et les confusions les plus flagrants et les plus fréquents (certains paragraphes ^(*) sont des copies in extenso des remarques formulées dans le rapport de l'année précédente).

Alors que l'altération des roches d'une part et le cycle du carbone d'autre part sont explicitement au programme des préparations, les candidats ne savent pas écrire l'équation chimique de premier ordre de l'altération de l'olivine par exemple, et ne peuvent expliquer pourquoi il y a des bicarbonates dans les eaux lessivant des massifs granitiques et en quoi l'altération des roches silicatées est un processus consommateur du CO₂ atmosphérique.

De manière générale, les connaissances des objets et des processus associés à la géodynamique externe (érosion, sédimentologie, stratigraphie) sont vieillottes. Les exemples et concepts relatés par les candidats ont souvent 20 à 30 ans d'âge. Les notions de bassin versant ou de drainage ne sont pas connues. Les bilans de transfert des continents aux océans par les rivières sous formes solides et dissoutes sont absents des esprits. Les grands systèmes morphologiques et sédimentaires de la surface de la Terre sont ignorés. En stratigraphie séquentielle, les différents types de biseaux

stratigraphiques sont inconnus ou confondus, et leur signification en terme de remplissage sédimentaire et de variation du niveau marin ignorée.

Concernant les isotopes stables, il est surprenant d'entendre quand on demande aux candidats la raison des fractionnements isotopiques de l'oxygène, dire invariablement que la gravité joue différenciellement sur les isotopes plus ou moins lourds. Rappelons qu'il s'agit d'un effet sur les liaisons, quelle que soit la liaison, covalente ou faible (e.g. Van der Waals), qu'il s'agit d'un effet quantique qu'il n'est pas question d'expliquer en détail, mais qui aboutit à des liaisons plus fortes lorsque les masses atomiques sont plus lourdes. Quant au delta ^{13}C mesuré sur les sédiments carbonatés, il ne s'agit pas d'un indicateur direct de la température des eaux. Ce rapport est lié pour partie à la productivité organique dans les océans mais cette productivité océanique n'est pas une fonction de la température des eaux de surface.

Les mécanismes de la subsidence des bassins sédimentaires (marges continentales, bassins intracratoniques, bassins d'avant-chaînes) sont mal maîtrisés. Le rôle des failles et de l'isostasie, la déformation flexurale, l'évolution du *Syn-rift* au *Post-rift* sur une marge continentale passive sont autant de points assez obscurs pour les candidats. Les ordres de grandeur des durées de fonctionnement des bassins ne sont absolument pas connues.

Il faut oublier les notions de subduction forcée et spontanée qui sont ambiguës et conduisent souvent les candidats à omettre que la lithosphère océanique subduit car elle est plus dense que le manteau. Au premier ordre, le moteur de la subduction est effectivement une différence de densité. Ensuite, la manifestation en surface est plus diverse et peut-être en régime distensif ou compressif (plutôt que forcé ou spontané). Enfin, la question ouverte est l'initiation de la subduction qui dépend notamment de la tectonique régionale incluant l'histoire de la plaque. Nous tenons à rappeler l'importance de l'évolution thermo-mécanique de la lithosphère océanique en relation avec son épaissement (cf. profil topographique du fond des océans).

L'analyse d'un objet manifestement déformé conduit immédiatement et presque systématiquement les étudiants à parler de contraintes (tous les plis sont interprétés en terme de contraintes compressives). Une intervention de notre part est en général nécessaire pour demander aux étudiants de décrire la déformation caractéristique de l'objet observé.

Les candidats confondent fréquemment les faciès métamorphiques, e.g. granulite côtoie aisément schistes verts dans le métamorphisme de subduction. Le rôle majeur de la déshydratation des sédiments est ignoré au profit de la déshydratation du basalte comparativement plus pauvre en eau lors du métamorphisme HP-BT et du magmatisme calco-alcalin.

- Les principes élémentaires de la chronologie relative (recoupement des structures) sont souvent ignorés, ou alors ils sont compris pour certains objets mais pas pour d'autres.

Pour la plupart des candidats, l'évaluation du temps en géologie ne peut se concevoir qu'au travers de la radiochronologie pour laquelle certains candidats ne font pas le lien entre les roches, les minéraux et le système isotopique choisi ; de plus, la notion de fermeture d'un système n'est pas comprise, si bien que les candidats ne savent pas comment interpréter un âge.

En cartographie, la recherche frénétique des points triples n'aboutit pas à grand-chose. La différence entre un biseau de transgression (ou « biseau d'aggradation côtière ») et une discordance angulaire n'est ni reconnue ni expliquée par les candidats. D'autre part, les arguments pour distinguer chevauchement, décrochement et faille normale ne sont pas maîtrisés.

En conclusion, même si les candidats réagissent bien aux questions, le jury a vu trop de candidats découvrir des concepts, des explications. Les connaissances des candidats sont disparates, souvent très théoriques et mal reliées aux observations géologiques de base pour lesquelles ils apparaissent peu entraînés.