

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени В. Н. Каразина

География и геология Франции

*Учебно-методическое пособие
для студентов геолого-географического факультета*

Харьков

2003

УДК 811.133.1 (075.8) : [91+55] (44)

ББК 81.2Фр – 923

Т – 18

География и геология Франции: Учебно-методическое пособие /

Танкина И. А. – Х.: ХНУ, 2003. – 47 с.

Издание предназначено для самостоятельной и аудиторной работы студентов вторых курсов геолого-географического факультета. Цель настоящего пособия – закрепить и развить навыки и умения студентов в работе над литературой по специальности, полученные на аудиторных занятиях. В процессе работы по данному пособию студенты должны овладеть различными видами чтения (просмотровым, ознакомительным, изучающим, поисковым). Каждый текст снабжен системой упражнений. Все упражнения подразделяются на предтекстовые и послетекстовые.

Тексты пособия взяты из оригинальной специальной литературы и могут быть использованы для реферирования и аннотирования.

Рецензент: старший преподаватель кафедры немецкого и французского языков

Харьковского национального университета им. В. Н. Каразина

Конопельцева Л. В.

Печатается по решению ученого совета факультета иностранных языков Харьковского национального университета им. В. Н. Каразина.

Протокол № 11 от 12.12.03

© Харьковский национальный университет

им. В. Н. Каразина, 2003

© Танкина И. А., 2003

TEXTE 1

Exercices préalables

1. Прочтите ключевые слова. Пользуясь ими и заголовком статьи, определите, о чем пойдет речь в тексте.
2. Прочтите текст и расскажите кратко на русском языке содержание прочитанного.

Vocabulaire de base

Noms

un agent modificateur агент, вызывающий изменение земной поверхности
un agent physique зд.: агент эрозии
les grands fonds (m pl) большие глубины, океанские глубины
un littoral побережье, прибрежная полоса
un talus continental континентальный склон
une compaction des sédiments уплотнение осадка
la dissolution d'un minéral растворение минерала
une région abyssale глубоководный район
une roche arrachée зд.: обломки горных пород
une roche compacte уплотнённая горная порода
une roche sédimentaire осадочная горная порода
une solution étrangère зд.: посторонний раствор

Verbes

aboutir à la formation de qch приводить к образованию чего-либо
chasser l'eau d'une couche выгонять воду из пласта
désagréger une roche разрушать горную породу
détruire le relief разрушать рельеф
durcir les sédiments уплотнять осадок
provoquer la destruction d'un relief быть причиной разрушения рельефа
se rapporter a qch относиться, соответствовать
souder les grains de sable цементировать песчинки

Adjectifs et adverbes

fin, fine мелкий, тонкий (о песке и т. п.)
réduit, réduite уменьшенный, небольшой
dissous, dissoute растворенный
successivement последовательно

LE RELIEF TERRESTRE

1. L'examen du globe terrestre montre que les mers et les océans occupent une surface beaucoup plus considérable que les continents: les océans couvrent un peu plus

des sept dixièmes de la surface de la Terre. La limite entre les continents et les océans, le littoral, est très variable, et de nombreuses variations de rivage ont été enregistrées même depuis l'époque historique.

2. L'étude de la répartition des fonds marins, qui présentent une certaine régularité lorsqu'on s'éloigne des côtes, permet de mettre en évidence la limite véritable entre le domaine océanique et le domaine continental. On trouve successivement:

— la zone littorale correspondant à la région qui découvre à chaque marée et constitue la limite visible, à l'époque, actuelle, entre les deux domaines;

— le plateau continental situé à une profondeur entre zéro et deux cents mètres;

— le talus continental, entre le plateau continental et les grands fonds, situé entre deux cents et trois mille mètres de profondeur;

— la région abyssale, au-dessous de trois mille mètres, et qui occupe tous les fonds océaniques.

3. Les grandes profondeurs des océans se trouvent, en général, à leur périphérie, soit à proximité des continents, eux-mêmes bordés de montagnes, soit surtout dans le voisinage immédiat des îles;

— au premier cas se rapportent les fonds situés au bord occidental de l'Amérique du Sud, au pied de la Cordillère des Andes où l'on trouve une fosse atteignant sept mille six cent trente-cinq mètres de profondeur;

— au second cas se rapportent, par exemple, la fosse des Mafiannes (9635 m), les fosses des îles de la Sonde qui atteignent 7430 m, et une fosse située près des Philippines qui constitue la plus profonde actuellement connue: 10540 m. L'océan Atlantique comporte un axe médian Nord-Sud dont la profondeur relativement faible est de 2000 à 2500 m, mais la fosse de Porto Rico, près des Antilles, atteint 8742 m.

4. Les grandes chaînes de montagnes sont presque toujours en bordure des continents et, en général, à proximité des grands fonds océaniques: les Montagnes Rocheuses et la Cordillère des Andes se trouvent en bordure de la zone des grands fonds du Pacifique; les Alpes et les chaînes voisines sont aussi en bordure de la Méditerranée. Sur ces côtes, le plateau continental est très réduit ou inexistant. Seules les hautes montagnes d'Asie centrale font l'exception à cette règle.

5. L'aspect physique de la surface de la Terre est caractérisé par la répartition des continents et des océans, par le relief de la masse solide du globe et spécialement par la répartition, l'orientation et l'altitude relative des éléments principaux du relief continental: montagnes, plaines, plateaux, fleuves, lacs, glaciers, volcans. Le relief est en perpétuelle évolution: de nombreux agents d'origines très diverses détruisent les reliefs existants, transportent les matériaux arrachés sur un trajet plus ou moins long avant de les déposer sous forme de sédiments. L'action de chaque agent modificateur du relief comporte donc trois phases:

— une phase de destruction et de creusement aboutissant à la formation de matériaux meubles;

— une phase de transport des éléments arrachés;

—une phase de dépôt. Lorsque l'agent a perdu sa force de transport, c'est la sédimentation. Celle-ci est parfois suivie d'une phase de consolidation ou diagenèse.

6. Les roches compactes qui existent sur le globe, qu'elles soient cristallines, sédimentaires ou métamorphiques, peuvent être détruites soit par des agents physiques (érosion), soit par des phénomènes chimiques (altération), soit, le plus souvent, par les deux processus à la fois. L'érosion peut être due aux variations de la température, aux eaux courantes, aux glaciers, au vent, etc. Elle donne des résidus solides plus ou moins grossiers depuis les blocs dont les dimensions sont, par exemple, de l'ordre d'un mètre, jusqu'aux sables ou même aux limons encore plus fins. L'érosion est un phénomène relativement rapide. L'altération des roches est due à différents phénomènes chimiques provoqués principalement par les eaux chargées d'acides (acide carbonique, par exemple) et qui s'infiltrent dans les fissures des roches. Elle donne généralement naissance à des matériaux fins allant jusqu'aux colloïdes. Elle conduit également souvent à la dissolution de certaines substances. Il est évidemment difficile de séparer l'action de l'érosion de celle de l'altération car les roches se désagrègent généralement par les deux processus simultanément avec toujours prédominance de l'un ou de l'autre: prédominance de l'érosion dans les régions à fort relief, prédominance de l'altération dans les régions usées.

7. Les matériaux meubles ainsi formés peuvent être laissés sur place. Ils forment alors des roches résiduelles. Mais, la plupart du temps, ces matériaux sont déplacés. Lorsqu'ils sont grossiers, ils peuvent être déplacés sous l'action de la pesanteur ou des cours d'eau. Les matériaux plus légers peuvent être emportés par les eaux ou par le vent. Les particules très fines sont enlevées en suspension dans les eaux qui transportent également certaines substances dissoutes.

8. Le dépôt s'effectue lorsque les conditions nécessaires au transport n'existent plus. Les matériaux grossiers se déposent sous l'action de la pesanteur. Le vent, arrêté par une montagne dépose, au pied de celle-ci, les sables qu'il transportait. Les eaux d'une rivière se jetant dans la mer ou dans un lac abandonnent progressivement les particules qu'elles emportaient si leur vitesse diminue rapidement. Si les eaux sont calmes et profondes, les matériaux grossiers se déposent les premiers et se recouvrent de sédiments de plus en plus fins. On constate donc un classement vertical progressif. Si les eaux ne sont pas calmes, les gros grains se déposent près du rivage, les grains les plus fins se déposent plus loin. On constate alors un classement horizontal. Plus un sédiment est fin, plus il se dépose loin du rivage. Ceci n'est certainement pas une règle générale, mais l'absence de classement indique généralement la présence des eaux agitées. Les particules fines ou très fines (colloïdales) ne se déposent pas sous l'action de la pesanteur. Par contre, si elles sont stables dans les eaux des rivières, elles flocculent sous l'action des eaux de mer et sont emportées au loin avant de se déposer. C'est ainsi que se déposent les fines poussières de quartz, de feldspath et d'argile. Quant aux éléments en solution, ils peuvent, dans certains cas particuliers, donner naissance à des sels ou entrer dans la composition de certains minéraux.

9. La phase de sédimentation peut être suivie d'une phase de consolidation qui transforme les matériaux meubles en une véritable roche. Cette consolidation peut se faire par un certain nombre de processus dont on peut citer les principaux: la compaction, la cimentation, la recristallisation et la métasomatose.

10. La compaction est une consolidation d'un sédiment par écrasement sous le poids des sédiments qui le recouvrent. C'est donc un processus purement mécanique qui chasse l'eau fixée entre les fines particules et durcit l'ensemble. C'est ainsi que certaines boues argileuses ont pu donner des schistes ardoisiers.

11. Les particules séparées qui constituent le dépôt initial peuvent être liées par un ciment qui cristallise entre les grains. Par exemple, un sable dont les grains sont soudés par un ciment silice est un grès siliceux.

12. Les minéraux primitifs du dépôt peuvent être dissous par des solutions qui recristallisent sur place. Comme exemple, on peut citer un sable quartzéux, qui recristallise en quartzite.

13. Dans le cas de la métasomatose, il y a, comme dans la recristallisation, dissolution du dépôt initial, mais des solutions étrangères apportent des éléments nouveaux: les minéraux primitifs recristallisent avec modification chimique et minéralogique. C'est ainsi que l'on peut voir des roches calcaires se transformer en dolomie. La métasomatose peut se faire peu après le dépôt: elle est alors une métasomatose synsédimentaire, ou longtemps après ce dépôt: elle est une métasomatose post sédimentaire. Dans ce cas, elle peut donner naissance à des gîtes métallifères (zinc, plomb, fer, etc.).

Devoirs

1. Пользуясь ключевыми словами, заголовком и подзаголовками, определите, о чём идет речь в данной статье.

2. В каждом абзаце выделите предложения, содержащие основную информацию. Озаглавьте абзацы.

3. Составьте краткую аннотацию, указав на основные вопросы, рассматриваемые в статье.

4. Переведите абзацы 5, 6.

5. Заполните пропуски соответствующим глаголом в présent. Переведите предложения (atteindre, détruire, se déposer, être, mettre en évidence, se recouvrir):

1. De nombreux agents physiques et chimiques ... le relief existant de la terre. 2. La profondeur de cette fosse ... plus de 2000 m. 3. L'étude de la répartition des fonds marins ... la limite véritable entre les océans et les continents. 4. Les matériaux grossiers ... les premiers et... de matériaux de plus en plus fins. 5. La région abyssale ...

au-dessous de 3000 m. 6. И^x у а une fosse qui ... plus de 10000 m de profondeur.

6. Заполните пропуски соответствующим глаголом в présent, forme passive (déplacer, déposer, détruire, devoir, situer, suivre). Переведите предложения:

1. L'érosion des roches ... aux variations de la température, aux eaux courantes, aux glaciers, aux vents, etc. 2. La sédimentation ... parfois d'une phase de consolidation (diagenèse). 3. Les sables ... par le vent ou les cours d'eau. 4. L'altération ... a différents phénomènes chimiques détruisant les roches. 5. Le plateau continental ... a une profondeur entre zéro et 200 m. 6. Les roches compactes ... par des agents d'origines diverses.

7. Поставьте 10 вопросов к тексту.

TEXTE 2

Exercices préalables

1. Прочтите ключевые слова. Пользуясь ими, заголовком статьи, определите, о чём пойдет речь в тексте.

2. Прочтите текст и расскажите кратко по-русски его содержание.

Vocabulaire de base

Noms

l' anhydride (m) carbonique углекислый газ

un composé chimique химическое соединение

un cristal de roche горный хрусталь

un éclat gras жирный блеск (минерала)

le fluor фтор

un mica blanc мусковит

un mica noir биотит, черная слюда

un minéral accessoire вторичный (акцессорный) минерал

un minéral essentiel породообразующий минерал

un oxyde окись, окисел

le potassium калий

un silicate double двойная соль кремниевой кислоты

le sodium натрий

une association de molécules ассоциация молекул

la composition d'une roche состав горной породы

une impureté примесь

une macle двойник (минерала)

Verbes

altérer la roche разрушать горную породу (об атмосферных агентах); s'~

выветриваться; 2. разрушаться

colorer qch en rose окрашивать в розовый цвет

constituer une roche образовывать горную породу

prédominer преобладать

Adjectifs

acide кислый

dur, dure крепкий (о породе)

incolore бесцветный

limpide прозрачный

maclé, maclée двойниковый (кристалл)

LES MATERIAUX DE L'ECORCE TERRESTRE

COMPOSITION DU GLOBE TERRESTRE

1. Les roches contiennent 92 éléments naturels mais tous n'ont pas la même importance.

Atmosphère

Oxygène	21% en volume	23 % en poids
Azote	78% »	75,5% »
Argon.....	1% »	1,3% »
Anhydride carbonique..	0,05% »	
Vapeur d'eau.....	variable »	

Hydrosphère

Oxygène	86% en poids
Hydrogène	11% »
Chlore	2% »
Sodium	1% 3
Magnésium, potassium, calcium, soufre, brome, baryum	traces

Lithosphère

Oxygène	47% en poids
Silicium	28% »
Aluminium	8% »
Fer	4,5% »
Calcium	3,5% »
Potassium, sodium	2,5% »
Magnésium.....	2% »
Titane, carbone, hydrogène, manganèse	1% en poids
Phosphore, soufre, chlore,	

baryum, fluor,métaux (cuivre,
zinc, plomb)

traces

Une simple observation de ce tableau montre l'importance considérable de l'oxygène. On voit également que les roches contiennent surtout de l'oxygène, du silicium et de l'aluminium.

LES MINÉRAUX

2. Les éléments peuvent se combiner pour donner des composés chimiques que l'on appelle des minéraux. Ces minéraux peuvent être amorphes ou cristallisés. Les minéraux amorphes sont caractérisés par une absence de régularité dans l'association des molécules. Ils ont les mêmes propriétés en tous les points et dans tous les sens: ils sont isotropes. Les minéraux cristallisés — ou cristaux — sont caractérisés, au contraire, par une disposition régulière des molécules. Les propriétés varient suivant la direction quelconque: ils sont anisotropes.

LES SYSTEMES CRISTALLINES

3. Les cristaux ont de nombreuses formes qui, pourtant, peuvent se réduire à un nombre limité de formes fondamentales. Il existe sept systèmes cristallines:

- le système cubique (galène, sel gemme, pyrite, etc.),
- le système quadratique (zircon, silicate de zirconium, et rutile, oxyde de titane),
- le système hexagonal (apatite, etc.),
- le système rhomboédrique (calcite, carbonate de calcium, et le spath d'Islande),
- le système orthorhombique (andalousite, silicate d'aluminium, et olivine, silicate de fer et de magnésium),
- le système monoclinique (orthose, feldspath potassique, et micas),
- le système triclinique (feldspaths calcosodiques ou plagioclases qui sont des silicates d'aluminium, de calcium et de sodium).

LES PRINCIPAUX MINÉRAUX DES ROCHES

4. Il existe, à la surface du globe, un très grand nombre de minéraux dont les plus essentiels sont: le quartz, les feldspaths, les micas, les feldspathoïdes, les pyroxènes, les péridots, les amphiboles. A côté des minéraux essentiels, il existe un certain nombre de minéraux accessoires dont les plus courants sont: les silicates, les oxydes, les phosphates et les carbonates.

5. **Le quartz.** — Le quartz est plus dur que l'acier. Il est sans doute le minéral le plus répandu dans l'écorce terrestre. Généralement, il constitue des roches éruptives acides, mais il entre aussi dans la composition de certaines roches sédimentaires et métamorphiques qui peuvent contenir 100 (cent pour-cent) de quartz, par exemple, les grès et les quartzites. Le quartz présente généralement un éclat gras caractéristique. Il est souvent incolore et limpide, ce qui lui a donné le nom de cristal de roche. Il est parfois coloré par des traces, de divers éléments (manganèse, fer, nickel) ou par action de la radioactivité. Signalons les quartz colorés les plus connus:

- le quartz rosé, sa couleur est probablement due à des traces de manganèse;
- le quartz bleu;
- l'améthyste dont la couleur violette est due à des traces de manganèse;
- le quartz fumé la coloration duquel est due à l'effet de la radioactivité.

Les cristaux de quartz sont utilisés en radio, télévision et radar. Chimiquement pur, le quartz est utilisé en optique; il est aussi utilisé en verrerie.

6. Les feldspaths. — Les feldspaths sont des silicates doubles d'aluminium, de sodium et de calcium. On distingue surtout les feldspaths potassiques et les feldspaths calcosodiques. On trouve des feldspaths dans presque toutes les roches éruptives et dans toutes les roches qui résultent de leur transformation (métamorphisme) ou de leur destruction (érosion). Les feldspaths purs, non altérés, sont blancs, mais ils peuvent être colorés par des impuretés : les feldspaths potassiques sont souvent colorés en rose par de l'hématite (granite rose) ; certains feldspaths sont gris-bleus ou verdâtres. Les feldspaths sont très souvent maclés. La macle la plus importante est celle de Carlsbad. Elle se voit nettement à l'œil nu sur la cassure d'un granite. Les feldspaths peuvent s'altérer facilement.

7. Les micas. — Les micas sont des silicates hydratés d'aluminium et d'alcalins avec ou sans fer et magnésium. Ils peuvent, en outre, contenir du titane, du fluor, du lithium. On distingue deux grandes catégories de micas : les micas blancs et les micas noirs. Dans les micas blancs, l'aluminium et le potassium prédominent. Le plus fréquent des micas blancs est la muscovite. Le plus important des micas noirs est la biotite. La biotite, attaquée par des solutions acides, s'altère facilement dans la nature pour donner de la chlorite, minéral verdâtre, qui est un silicate hydraté complexe d'aluminium, de fer et de magnésium sans alcalins.)

Devoirs

1. В каждом абзаце выделите предложения, несущие основную информацию. Озаглавьте абзацы.
2. Составьте по-русски краткую аннотацию, указав на основные вопросы, рассматриваемые в статье.
3. Переведите 3, 5 и 6 абзацы.

TEXTE 3

Exercices préalables

1. Прочтите ключевые слова. Пользуясь ими, заголовком статьи, определите, о чем пойдет речь в тексте.
2. Прочтите текст и расскажите кратко по-русски его содержание.

Vocabulaire de base

Noms

un acide carbonique угольная кислота
un acide phosphorique фосфорная кислота
un acide silicique кремневая кислота
un acide sulfurique серная кислота
un albâtre алебастр
un corindon корунд
un dégagement de chaleur выделение тепла
une alumine cristallisée кристаллическая окись алюминия, корунд
une hornblende горнблендит (порода, состоящая в основном из роговой обманки)
une lame mince тонкая пластинка
une molécule de base молекула основания (хим.)
une roche éruptive изверженная порода
une roche basique основная порода
une roche de formation récente порода недавнего образования
la silice двуокись кремния
les terres (f pl) rares редкоземельные элементы

Verbes

considérer qch comme qch рассматривать как...
s'hydrater гидратировать
se présenter en lames иметь слоистый (пластинчатый) характер

Adjectifs

alcalin, alcaline щелочной
calcomagnésien, calcomagnésienne кальциомагнезиальный
inclus dans qch включенный в...
monoclinique моноклинный

LES MATÉRIAUX DE L'ÉCORCE TERRESTRE

(fin)

8. Les feldspathoïdes.—Les feldspathoïdes sont des silicates aluminos-alcalins. Ils ont donc à peu près la même composition que certains feldspaths, mais ils contiennent moins de silice et ont une cristallisation différente. Ils comprennent surtout la néphéline et la leucite. La néphéline forme, en principe, des cristaux en prismes hexagonaux, incolores et limpides. Dans les roches, elle n'a pratiquement pas de forme et se présente en lames. La leucite cristallise dans le système cubique et forme des trapézoèdres blancs. La leucite et la néphéline peuvent s'altérer, la première pour donner de la kaolinite, comme les feldspaths potassiques, la seconde pour donner de la séricite comme les plagioclases acides.

9. **Les pyroxènes.** — Les pyroxènes sont des métasilicates de magnésium, de fer ou de calcium. En pétrographie, un métasilicate est un composé formé par l'association d'une molécule de silice et d'une molécule de base. L'augite est le pyroxène le plus courant. Il se rencontre dans presque toutes les roches éruptives et laves basiques. L'augite est brune ou noire, non limpide; elle renferme de l'aluminium, du fer et du titane. Le diopside est un pyroxène calcomagnésien. Il est fréquent dans les marbres dolomitiques formés par métamorphisme. Sa couleur est généralement sombre: gris, vert ou noirâtre.

10. **Les péridots.** — Les péridots sont des orthosilicates de magnésium ou de fer. L'olivine est le minéral le plus répandu de la famille des péridots. Il contient du magnésium et du fer, qui la colorent en différents tons de vert. On la trouve dans les roches éruptives riches en magnésium et pauvres en quartz, comme les basaltes, les gabbros, ainsi que dans les dolomites métamorphisées. Elle est souvent transformée, totalement ou partiellement, en serpentine. L'olivine s'altère facilement.

11. **Les amphiboles.** — Les amphiboles ont, à peu près, la même composition que les pyroxènes. On peut également les considérer comme des métasilicates de fer, de magnésium, de calcium ou de sodium, mais elles sont hydroxylées, c'est-à-dire qu'elles contiennent des ions OH⁻. Parmi les amphiboles les plus importants, on peut citer la hornblende, la riebeckite et le glaucophane. La hornblende contient, comme l'augite, en plus du calcium et du magnésium, du fer et de l'aluminium. Elle se présente en prismes verdâtres ou bruns. La riebeckite contient du fer et du sodium. Sa couleur est noir bleuté. Le glaucophane contient du magnésium, de l'aluminium et du sodium et forme des prismes noirs ou bleu acier.

LES AUTRES MINÉRAUX

12. **Les silicates.** — Les silicates sont des sels de l'acide silicique. Les silicates forment des minéraux accessoires dont les plus importants sont: l'andalousite, la cordiérite, la zircon, la tourmaline, le sphène, etc. L'andalousite est un silicate d'aluminium qui se rencontre souvent dans les roches métamorphiques soit en cristaux très fins visibles à la loupe, soit parfois en gros cristaux atteignant dix centimètres. La cordiérite est un alumino-silicate de fer et de magnésium qui se présente en prismes hexagonaux ou octogonaux. Non altérée, la cordiérite ressemble au quartz mais elle s'altère facilement en un mélange de séricite et de chlorite auquel on a donné le nom de pinité. Il existe de nombreux granites et de nombreuses roches métamorphiques à cordiérite. Le zircon est un silicate de zirconium. Très dur, il se trouve généralement sous forme de cristaux microscopiques, le plus souvent inclus dans les biotites, mais il se présente parfois en beaux cristaux indépendants, quadratiques et bipyramidés. Le zircon contient de faibles quantités de produits radioactifs (uranium et thorium). La tourmaline est un borosilicate d'aluminium avec fer, manganèse, magnésium et alcalins, de couleur variable (vert, rouge, brun, mais le plus souvent noir). Elle se présente généralement dans les roches en prismes et est fréquente dans les pegmatites. Le sphène est un silico-titanate de calcium. Il se présente souvent en lames minces et contient généralement une faible quantité d'éléments radioactifs.

13. Les oxydes. — Les oxydes les plus importants qui forment les minéraux accessoires sont: les oxydes de fer (hématite et magnétite), le corindon et le rutile. L'hématite peut former de gros cristaux sous forme de lames gris métallique ou des cristaux microscopiques rouge sang. Elle peut colorer les roches en rouge (hématisation). La magnétite est un oxyde de fer cubique se présentant souvent sous la forme d'octaèdres. Le corindon est de l'alumine cristallisée. Il est dur (9 dans l'échelle de Mohs). Coloré par des impuretés, il est connu sous les noms de rubis (rouge), saphir (bleu), etc. C'est néanmoins un minéral rare. Le rutile est un oxyde de titane, quadratique et très dur.

14. Les phosphates. — Les phosphates sont des sels de l'acide phosphorique. Les phosphates les plus importants formant les minéraux accessoires sont: l'apatite et la monazite. L'apatite est un phosphate tricalcique fluorifère qui existe en cristaux hexagonaux verts, bleus, rouges ou blancs. Elle contient souvent de l'uranium et du thorium. La monazite est un phosphate des terres rares, qui contient généralement de 6 à 10% de thorium. Elle se trouve en cristaux microscopiques monocliniques jaune verdâtre.

15. Les carbonates. — Les carbonates sont des sels de l'acide carbonique. Les carbonates les plus importants qui forment les minéraux accessoires sont: le carbonate de calcium et la dolomite. Le carbonate de calcium est un minéral très important, car il est constituant essentiel des calcaires. Il existe sous deux formes: la calcite et l'aragonite. L'aragonite est un minéral instable qui se trouve seulement dans les roches de formation récente; elle se transforme progressivement en calcite qui est stable. La dolomite se présente sous la forme de petits rhomboèdres microscopiques inclus dans un ciment plus ou moins calcaire.

16. Les sulfates. — Les sulfates sont des sels de l'acide sulfurique. Les sulfates les plus importants formant des roches accessoires sont: l'anhydrite et le gypse. L'anhydrite est un sulfate de calcium se trouvant sous forme de cristaux blancs qui donnent à l'ensemble l'aspect du marbre (albâtre). Elle s'hydrate facilement pour donner du gypse avec dégagement de chaleur et augmentation de volume voisine de 40%.

Devoirs

1. В каждом абзаце выделите слова, содержащие основную информацию.
2. Переведите 8 и 12 абзацы.
3. Заполните пропуски соответствующим глаголом в présent, forme active (avoir, colorer, constituer, contenir, être, former, s'hydrater, se rencontrer, se transformer):

1. Le quartz ... des roches éruptives acides. 2. L'augite ... dans presque toutes les roches éruptives. 3. L'hématite et la magnétite, oxydes de fer, ... des minéraux accessoires.

4. Le zircon ... de faibles quantités d'éléments radioactifs. 5. Les minéraux amorphes ... les mêmes propriétés dans tous les points et dans tous les sens. 6. L'aragonite ... progressivement en cal cite. 7. Le glaucophane ... du magnésium, de l'aluminium et du sodium et... des prismes noirs ou bleu acier. 8. Le sulfate de calcium ... facilement. 9. Les silicates ... des sels de l'acide silicique. 10. L'andalousite ... souvent dans les roches métamorphiques. 11. L'olivine ... du magnésium et de l'aluminium qui la ... en vert.

4. Поставьте 10 вопросов к тексту.

5. Составьте по-русски краткую аннотацию статьи Les matériaux de l'écorce terrestre, указав при этом на основные вопросы, рассматриваемые в статье.

TEXTE 4

Exercices préalables

1. Прочтите ключевые слова. Пользуясь ими, заголовком и подзаголовками статьи, определите, о чём пойдёт речь в тексте.

2. Прочтите текст и расскажите кратко по-русски его содержание, используя для этого карту Франции.

Vocabulaire de base

Noms

un dépôt отложение, осадок

un fossé d'effondrement сбросовая впадина

un grès песчаник

un pli складка

un plissement складчатость

un relief heurté изрезанный рельеф

un relief usé сглаженный рельеф

un schiste сланец

une ardoise глинистый сланец

une faille сброс, сдвиг

une hauteur зд.: возвышенность

une remontée подъем

une surface aplanie выравненная поверхность

une surface ondulée волнистообразная поверхность

une zone de partage des eaux зона водораздела

Verbes

affleurer выходить на поверхность (о пластах, месторождении)

s'allonger простирается в длину на...

basculer qch зд.: наклонять

se casser покрываться трещинами
creuser qch рыть, прорывать
déposer qch осажда́ть, отклады́вать
se déposer осажда́ться, отлага́ться
dresser qch поднимать (горный массив)
se dresser подниматься (о горных массивах)
élargir qch расширять
s'étendre sur распространяться
fracturer qch дробить
niveler qch выравнивать (местность)
plisser qch образовывать складки
réduire qch зд.: разрушать (массив), сглаживать (рельеф)
se retirer отступать (о море)
soulever qch поднимать, приподнимать
trancher qch рассека́ть, перереза́ть

LA FRANCE

I. SITUATION ET RELIEF DE LA FRANCE

1. **Un pays de taille moyenne.** — Pour ses dimensions moyennes — 551 000 kilomètres carrés — et sa forme assez régulière se rapprochant d'un hexagone, la France est, pourtant, le plus vaste Etat de l'Europe occidentale. Sa forme ramassée fait que les distances extrêmes entre les points les plus éloignés sont de l'ordre de 1000 km, et il n'y a plus de huit cents kilomètres entre le Havre et Marseille; aucun point de France n'est plus de cinq cents kilomètres de la mer. La France est le chemin le plus court entre les mers d'Europe occidentale: quatre cents kilomètres de la Méditerranée à l'Atlantique et sept cents de la Méditerranée à la Manche (voir la carte de la France). Les frontières maritimes de la France s'allongent sur trois mille deux cents kilomètres, le long de la Mer du Nord, de la Manche, de l'Atlantique et de la Méditerranée. Par sa quadruple façade maritime, elle s'ouvre sur les mers les plus fréquentées du monde. Ses frontières terrestres s'appuient sur des obstacles naturels: Rhin, Jura, Alpes et Pyrénées. Seule la frontière Nord-Est, entre la Mer du Nord et le Rhin, demeure conventionnelle.

2. **Les formes du relief.** — Presque toutes les formes du relief et presque tous les types de terrains se rencontrent en France. Le relief de la France se divise en deux grands ensembles :

— au Nord, à l'Ouest et au Centre, une zone de basses terres. Ici s'étendent des plaines et des plateaux peu élevés (plaine du Nord, Bassins Parisien et Aquitain) constituant pour l'essentiel la moitié du territoire français.

— à l'Est et au Sud, une zone de relief heurté avec de hautes montagnes (Jura, Alpes, Pyrénées), et des plaines peu étendues, étroites (plaines du Languedoc et de Provence, Sillon alpin, plaines de la Saône et du Rhône).

— une ligne presque continue de hauteurs séparant nettement ces deux ensembles.

Cette ligne sert de zone de partage des eaux entre la Mer du Nord, la Manche, l'Atlantique d'une part, et la Méditerranée de l'autre.

3. Les étapes de la formation du sol français.

L'ère primaire. — La France s'est formée au cours des ères géologiques, primaire, secondaire, tertiaire et quaternaire. Au cours de l'ère primaire, la sédimentation d'une durée de cinq cent millions d'années accumule au fond des mers primaires qui couvrent tout le territoire, des dépôts très épais. Le plissement hercynien dresse ces dépôts en une chaîne puissante dont les plis ont une double direction : Nord-Ouest, Sud-Est, reconnaissable dans le Massif Armoricain et l'Ouest du Massif Central ; Sud-Ouest, Nord-Est, qu'on retrouve dans l'Est du Massif Central, les Vosges, la Forêt Noire, l'Ardenne et la Corse. L'érosion réduit ensuite cette chaîne à l'état de pénéplaine, c'est-à-dire à une surface usée, aplanie, faiblement ondulée et de faible altitude. Les débris des grandes forêts, noyées sous les eaux, constitueront les bassins houillers.

4. **L'ère secondaire.** — Au cours de l'ère secondaire, la mer recouvre peu à peu le socle hercynien, et au fond des mers secondaires, dont le niveau et la composition chimique varient sans cesse, se déposent des couches sédimentaires de sable, d'argile et de calcaire. Parallèlement, les massifs primaires commencent une lente remontée.

5. **L'ère tertiaire.** — Au cours de l'ère tertiaire, le plissement alpin dresse la chaîne des Pyrénées d'abord, celles des Alpes et du Jura ensuite. En même temps, le relèvement des massifs hercyniens continue. Les roches dures se cassent et des fossées d'effondrement forment la plaine d'Alsace entre les Vosges et la Forêt Noire, ainsi que les plaines de la Loire et de l'Allier dans le Massif Central. Des volcans se forment dont l'activité se prolongera au quaternaire. La sédimentation se poursuit, pendant ce temps, dans le centre du Bassin Parisien, la Flandre et l'Aquitaine. Elle s'étend même aux plaines nouvellement formées de l'Alsace, du Massif Central et du Sillon Rhodanien. Mais peu à peu les mers se retirent et le pays tout entier apparaît à la surface de la mer avec son architecture définitive. L'érosion attaque aussitôt les nouvelles chaînes.

6. **L'ère quaternaire.** — Au cours de l'ère quaternaire, l'érosion se montre plus active. Les grands glaciers qui couvrent toutes les montagnes et le réseau hydrographique qui s'organise, usent les sommets, creusent et élargissent les vallées. L'accumulation des sédiments continue.

7. Les massifs hercyniens ont gardé dans l'ensemble le relief usé de la pénéplaine primaire. Mais, selon l'importance des déformations que celle-ci subies, ils prennent des formes de plateau ou de montagne: l'aspect de plate-forme domine dans le Massif Armoricain et l'Ardenne tandis que les Vosges et la Corse prennent des formes déchainées montagneuses; le Massif Central associe les deux paysages.

II. LES MASSIFS ANCIENS

8. **Le Massif Central.** — Le Massif Central apparaît, au cœur de la France,

comme un triangle de hautes terres qui couvre plus de quatre-vingts mille kilomètres carrés, le septième du territoire français. Le Massif Central s'allonge du Nord au Sud sur 500 km, de l'Est à l'Ouest sur 300 km. Dans ce vaste ensemble, les plateaux dominants sont ceux de hauts plateaux ondulés de roches cristallines (granit et gneiss) coupés de vallées. Le passé géologique du Massif Central est très compliqué. C'est tout ce qui reste en France de la chaîne hercynienne. Au tertiaire, en même temps que se dressaient les Pyrénées et les Alpes, ce socle fut soulevé en bloc, surtout à l'Est et au Sud-Est: d'où tant de plateaux étagés. Mais de grandes failles de direction général Nord-Sud, le fracturèrent, surtout dans la partie centrale où se formèrent de longs et de profonds fossés d'effondrement (plaines de la Loire et de l'Allier). A partir de la fin du tertiaire, dans cette partie centrale, apparurent de grands volcans; les derniers se sont éteints il y a sept mille ans. En même temps, dans le socle cristallin rajeuni et dans les terrains volcaniques, les cours d'eau creusèrent des vallées étroites et profondes. Plus fortement soulevé sur ses bordures Est et Sud-Est, le Massif Central est dans son ensemble un bloc dissymétrique, basculé de l'Est à l'Ouest. Si l'on ne prend pas en considération les monts volcaniques d'Auvergne, les plus hauts reliefs sont à l'Est et au Sud-Est où ils dominent les plaines du Rhône et du Languedoc. A l'Ouest, par contre, les plateaux de Limousin n'atteignent pas 1000 m.

9. Les industries du Massif Central. — Le Massif Central reste avant tout un pays rural. L'industrie s'est faiblement développée. Les principales industries sont la métallurgie, l'industrie textile et l'industrie du caoutchouc. Les sources d'énergie ne manquent pourtant pas. Le Massif Central produit environ le quart de l'hydro-électricité française. Mais la moitié seulement de cette production est utilisée dans la région. Le reste est transporté au dehors. Le Massif Central produit aussi le quart du charbon français. Mais les gisements sont dispersés. Les plus importants sont situés sur les bordures Est, Sud-Est et Sud-Ouest (Montceau-les-Mines, Saint-Etienne, Alès, Decazeville). Le charbon est d'assez bonne qualité, mais l'exploitation est difficile à cause des failles, et l'industrie charbonnière subit une crise; certaines mines ont été fermées. Le Massif Central est aussi le plus important producteur français d'uranium.

10. Le Massif Armoricaïn.— Avec environ 65000 km², le Massif Armoricaïn est, après le Massif Central, le plus important ensemble de terrains anciens de la France. Il s'étend non seulement sur toute la Bretagne et sur la presqu'île de Cotentin, mais aussi sur la Normandie occidentale, sur l'Anjou et sur une grande partie de la Vendée. Le Massif Armoricaïn n'est pas une montagne: son altitude moyenne est inférieure à celle du Bassin Parisien et ses sommets dépassent rarement quatre cents mètres. A l'ère tertiaire, la pénéplaine armoricaïne, presque complètement nivelée, a été soulevée mais beaucoup plus faiblement que le Massif Central. Elle a été basculée du Nord vers le Sud.

11. Les industries du Massif Armoricaïn. — Le Massif Armoricaïn est aussi un pays rural, son industrie étant peu développée. En Vendée, la seule industrie extractive est celle de l'uranium dont le minerai est concentré sur place. A l'Anjou, les ressources minérales sont beaucoup plus considérables: ardoises et surtout le minerai de fer. De forte teneur (55%), mais très siliceux, ce minerai est, jusqu'ici, peu exploité. La

Bretagne est un pays de la mer, les industries sont concentrées dans les grandes villes: Rennes (industrie automobile, industrie électronique, imprimerie), Nantes (métallurgie de transformation, engrais phosphatés, industries alimentaires), Saint-Nazaire (constructions navales), Donges (raffinerie de pétrole), Paimbœuf (industries chimiques).

12. **L'Ardenne.** — L'Ardenne est un plateau monotone et désert qui atteint une hauteur supérieure à celle du Massif Armoricaïn (un plus de cinq cents mètres). Presque tout entière, elle est formée de grès et de schistes. Le massif de l'Ardenne s'étend sur le Sud de la Belgique et sur la partie de la région du Nord de la France. La vallée de la Meuse tranche le massif du Sud au Nord. Au Nord, l'Ardenne est bordée par le sillon houiller franco-belge; les terrains carbonifères affleurent en Belgique de Liège à Charleroi, et en France dans les régions de Valenciennes et de Lens.

13. **Les Vosges.** — Les Vosges sont de vraies montagnes aux sommets qui atteignent parfois plus de 1000 m. Elles se dressent au milieu de régions basses, isolant la Lorraine de la plaine d'Alsace. Les Hautes Vosges, au Sud, sont cristallines. Les vallées, beaucoup plus longues du côté lorrain que du côté alsacien, sont larges et permettent de pénétrer facilement au cœur de la montagne. Les Vosges gréseuses qui entourent les Vosges cristallines sont au Nord et à l'Ouest de celles-ci. Dans cette zone qui est plus basse, se sont conservés les grès d'où le nom Vosges gréseuses. Ils constituent des plates-formes coupées de vallées plus étroites que dans les Hautes Vosges.

14. La pénéplaine cristalline de la fin de l'ère primaire ne formait qu'une seule masse Vosges — Forêt Noire. Les mers primaires et secondaires la recouvrirent, y déposèrent d'épaisses couches de grés. Dès le début du tertiaire, pendant la formation des Alpes, l'ensemble se leva et se bascula du Sud au Nord, et la partie centrale brisée par des failles s'effondra, formant la plaine du Rhin. Aujourd'hui, il ne reste plus que deux massifs semblables de part et d'autre : Vosges et Forêt Noire.

(à suivre)

Devoir

1. В каждом абзаце выделите слова, содержащие основную информацию.
2. Определите, где выражена основная мысль статьи.
3. Составьте по-русски краткую аннотацию, указав на основные вопросы, рассматриваемые в статье.
4. Покажите на карте Франции месторождения полезных ископаемых, упоминаемые в статье.
5. Переведите географические названия, образованные с прилагательными: bas, (-se) ; haut, (-e) ; moyen, (-ne) ; central, (-e) ;
La basse Seine, la basse Saône, les Basses-Pyrénées, la haute Loire, les Hautes-

Alpes, la Haute-Volta (Etat en Afrique), la moyenne Volga, la moyenne Seine, le Moyen-Orient, les Alpes centrales, l'Asie centrale.

6. Переведите абзацы 8 и 9.

7. Сравните рельеф Центрального массива с :

— рельефом Армориканского массива,

— рельефом Арденн и Вогез.

8. Поставьте 10 вопросов к тексту.

TEXTE 5

Exercices préalables

1. Прочтите ключевые слова. Пользуясь ими, заголовком и подзаголовками, рисунками, определите, о чем пойдет речь в тексте.

2. Прочтите текст и расскажите кратко по-русски его содержание.

Vocabulaire de base

Noms

un axe de circulation ось грузопотока

un banc de marne пласт мергеля

un limon ил

un rayon радиус

un réseau de vallées сеть долин

un réseau de voies navigables сеть водных путей сообщения

un siège местонахождение

un trafic перевозка грузов, грузооборот

une cassure излом, трещина

une chaîne récente горная цепь недавнего образования

une crête rigide хребет, сложенный из крепких горных пород

une dépression впадина, низменность

des eaux (f pl) courantes зд.: реки

une fosse alpine альпийская впадина

une inclinaison наклон

une plaine bocagère покрытая лесом равнина

Verbes

bousculer des terrains сдвигать горные породы, опрокидывать массивы

disloquer des terrains дробить горные породы

englober qch включать, охватывать, соединять в единое целое

ensevelir le socle hercynien покрыть (наносами) герцинский массив

s'étager располагаться ярусами

failler перерезывать сбросами

glisser sur un flanc сползти на бок

s'incliner наклониться

réapparaître au jour вновь появиться на поверхности

LA FRANCE

(suite)

I. LES MONTAGNES RÉCENTES

1. Les Alpes. — Du lac de Genève à la Méditerranée, les Alpes françaises se dressent audessus des plaines du Rhône. Longues de trois cent cinquante kilomètres environ du Nord au Sud, larges parfois de cent cinquante kilomètres, elles couvrent près de quarante mille kilomètres carrés: à peu près la moitié du Massif Central. Le sommet le plus élevé des Alpes françaises est le Mont Blanc (4807 m).

2. La formation du relief des Alpes. — Les Alpes sont des montagnes jeunes formées au tertiaire. Elles ont cependant un très long passé géologique. Dès la fin du primaire, le vieux socle hercynien, recouvert par le mer, fut enseveli par des masses immenses de sédiments. Durant toute l'ère secondaire ces sédiments continuèrent à s'accumuler dans une fosse marine très profonde située à peu près à l'emplacement actuel de la chaîne. Le plissement de ces sédiments a commencé dès le début du tertiaire, dans la partie orientale de la fosse: des efforts gigantesques les ont pliés en tous sens, les ont portés à des altitudes considérables, disloqués, plissés, et parfois transformés en terrains cristallins. Cet ensemble forme la zone interne. Puis des blocs cristallins du socle hercynien furent relevés, bousculés, faillés: les sédiments qui les recouvraient furent enlevés par l'érosion, ou glissèrent sur leur flanc. Ces blocs réapparus au jour forment la zone des massifs cristallins ou massifs centraux (Mont Blanc). Leurs roches très résistantes constituent aujourd'hui l'ensemble le plus haut de la chaîne. Enfin, les terrains, surtout calcaires, de la partie occidentale de la fosse, qui ont glissé du socle cristallin ou ont été plissés sur place formèrent les Préalpes.

3. Au milieu du tertiaire, la chaîne devait être plus haute qu'actuellement. Mais, dès le début du plissement, l'érosion l'attaqua, et le plus souvent il ne reste aujourd'hui que les couches inférieures. Descendant de la zone interne, alors la plus élevée, les eaux courantes creusèrent tout un réseau de vallées; rencontrant, à l'Ouest des massifs centraux cristallins, une zone de roches tendres, elles creusèrent une longue dépression: le Sillon alpin. Puis les glaciers quaternaires recouvrirent toutes les Alpes du Nord et la partie orientale des Alpes du Sud. Ils donnèrent à la montagne la plupart de ses formes actuelles.

4. Les industries alpines. — Les Alpes sont un pays rural, mais il devient aussi de plus en plus une importante région industrielle. Deux faits ont permis la naissance de l'industrie moderne:

— le développement des voies de circulation. Les grandes usines des Alpes se sont localisées dans les vallées desservies par le rail;

— l'utilisation de l'hydro-électricité. Grâce à leur relief glaciaire et à l'abondance de leurs cours d'eau, les Alpes ont pu devenir la première région hydro-électrique française. On y utilise tous les types d'installations. L'électricité a permis le développement de certaines industries anciennes et a donné naissance à des industries nouvelles grosses consommatrices de courant à bon marché. Les plus importantes sont: l'électro-métallurgie et l'électro-chimie situées au cœur des grandes vallées, et les industries mécaniques (industries fournissant turbines et gros matériel et industrie d'électronique). Quant aux entreprises électro-métallurgiques et électro-chimiques, elles fabriquent de l'aluminium, des aciers électriques, des alliages, du carbure de calcium, des électrodes, des matières plastiques, etc.

5. La formation du relief du Jura. — Le Jura est aussi une montagne formée au tertiaire, mais son point le plus élevé (1718 m) reste inférieur aux plus hauts sommets du Massif Central. Le Jura est, pour l'essentiel, un pays calcaire. Partout, où la roche affleure, c'est la couleur grise ou blanche de ceux-ci qui domine. Mais leur présence se manifeste surtout par des formes du relief caractéristique. Le Jura plissé englobe surtout toute la partie méridionale et la bordure orientale; par contre, les plis sont très rares au Nord. Par ses formes assez simples, ce relief est souvent pris comme type de relief plissé. Les plateaux occupent la plus grande partie de la montagne; leurs surfaces rocailleuses s'étagent à des altitudes inégales, de cinq cents à neuf cents mètres; des cassures, des chaînes étroites les traversent généralement.

7. Les industries de la région du Jura. — Le Jura est aussi un pays rural. Son industrie s'est installée sur les axes de circulation et doit beaucoup à l'influence de Genève et surtout de Lyon. Ce sont des usines pour le travail des matières plastiques, d'importantes usines de constructions mécaniques, des ateliers de réparation de la S. N. C. F. (Société Nationale des Chemins de Fer), l'industrie textile ainsi que les petites industries traditionnelles (travail du bois, etc.).

8. La formation du relief des Pyrénées. — Les Pyrénées sont, après les Alpes, les plus hautes montagnes du sol français, dépassant parfois 3000 m. Les Pyrénées se sont formées avant les Alpes et elles ont appartenu au grand ensemble des montagnes hercyniennes : leur socle, cristallin ou primaire est un morceau de la pénélaine de la fin de l'ère primaire. Comme dans le Massif Central, il a été recouvert par les mers secondaires, beaucoup moins profondes ici que dans la fosse alpine: elles y ont déposé des sédiments surtout calcaires. Dès la fin du secondaire (donc bien avant le mouvement alpin) et au début du tertiaire, tout le bloc s'est levé : le socle a été faillé, soulevé verticalement et, sur son flanc Nord les sédiments ont glissé et se sont plissés. Depuis le milieu du tertiaire, l'érosion a fait réapparaître le vieux socle hercynien soulevé : c'est lui qui forme la (zone axiale occupant les deux tiers de la chaîne. Fait de roches dures (gneiss, granit, grès et schistes primaires), le vieux socle a conservé ses formes lourdes jusqu'à nos jours. Au quaternaire, de vastes glaciers y ont profondément creusé des vallées.

9. L'originalité du relief pyrénéen tient donc à la présence simultanée, au milieu de la montagne, de formes vieilles (les hauts plateaux, les crêtes rigides) et jeunes (les

profondes vallées façonnées par les glaciers). Mais des contrastes apparaissent aussi, de l'Ouest à l'Est, entre les Pyrénées occidentales, de faible altitude, les Pyrénées centrales, haute muraille de roches dures, au relief glaciaire, et les Pyrénées orientales, coupées de grands effondrements. Et ces contrastes sont encore plus sensibles dans le climat et la végétation.

10. Les industries pyrénéennes. — Les Pyrénées sont une région rurale. L'économie agricole reste archaïque; les forêts couvrent au total 25 à 30% du territoire. L'industrie moderne est étroitement liée, comme dans les Alpes, à l'hydro-électricité. L'abondance des eaux courantes a facilité l'équipement électrique des Pyrénées centrales. Comme dans les Alpes, des usines d'électro-chimie et d'électro-métallurgie utilisent le courant électrique dans les vallées des Pyrénées centrales. Les Alpes et les Pyrénées rassemblent toute la production d'aluminium: 50% dans les Alpes, 50% dans les Pyrénées. L'industrie extractive est peu développée: dans les Pyrénées orientales, un petit gisement donne un fer très pur et on exploite une carrière de talc, l'une des plus importantes en Europe occidentale.

II. LES PLAINES FRANÇAISES: LE BASSIN PARISIEN

11. Les plaines (le Bassin Parisien, le Bassin Aquitain, la plaine du Nord, les plaines de l'Est et du Sud-Est) occupent une place considérable dans le relief du sol français. Elles contournent les massifs anciens et les chaînes récentes. La plus grande plaine française est le Bassin Parisien (140 000km², plus du 1/4 de la France), formant une vaste zone de faible altitude. C'est une cuvette de terrains secondaires, tertiaires et quaternaires dont la bordure s'appuie sur des massifs anciens (Ardenne, Vosges, Massif Central, Massif Armoricaïn). A l'Est, il englobe les plateaux lorrains. Le Bassin Parisien est d'abord un pays de plaines et de bas plateaux; pourtant son altitude moyenne, qui n'atteint pas deux cents mètres, est supérieure à celle du Massif Armoricaïn. Le relief du Bassin Parisien s'élève en général du centre vers la périphérie. Le centre est très bas et l'on va de la Seine à la Loire sans s'élever beaucoup au-dessus de 100 m. Il est encadré de régions plus hautes à l'Ouest et surtout à l'Est et au Sud-Est.

12. La formation du Bassin de Paris. — Le Bassin Parisien s'est formé entre les vieux massifs hercyniens, où les mers secondaires ont déposé des couches superposées de sédiments calcaires contenant souvent des bancs de marnes, de sables ou d'argiles. Sous le poids de ces sédiments, au centre du Bassin Parisien, le fond de ces mers peu profondes s'est peu à peu affaissé. Les sédiments déposés horizontalement se sont donc un peu inclinés, de l'extérieur vers le centre. Cette inclinaison a été accentuée par le relèvement des massifs anciens se trouvant à la périphérie du Bassin Parisien. Au début du tertiaire, seul le centre restait immergé. A partir du milieu du tertiaire, la mer s'est retirée définitivement, et les cours d'eau ont commencé leur travail d'érosion: ils ont façonné en plateaux les tables calcaires, creusé des dépressions argileuses, construit des plaines alluviales. Les vents, à l'époque glaciaire, ont parfois recouvert les plateaux de riches limons. De là vient la diversité du relief, où l'on peut cependant distinguer quatre grands ensembles:

- l'Est du Bassin Parisien, pays du relief des côtes;
- le Nord-Ouest du Bassin Parisien, plateaux de craie et plaines bocagères;
- le Sud du Bassin Parisien, pays de la Loire, bas plateaux et vastes vallées;
- le Centre du Bassin Parisien, pays de plateaux calcaires et de vallées communiquant avec la Flandre, plaine argileuse plate et basse qui se continue en Belgique, aux Pays-Bas et en R. F. A. C'est l'extrémité de la grande plaine de l'Europe du Nord.

13. Par opposition avec les massifs anciens qui l'entourent, le Bassin Parisien a offert très tôt des conditions favorables aux déplacements des hommes. Sur ses reliefs à faible pente, au sol résistant, s'est créé depuis longtemps un dense réseau de routes. Sur ce réseau, on a porté, au XIX^e siècle, un réseau de chemins de fer, suivant les vallées ou coupant les plateaux. Il existe aussi un réseau de voies navigables. Tous ces réseaux convergent vers Paris.

14. Le Nord-Ouest du Bassin de Paris.— Le Bassin Parisien reste une région agricole, la plus importante de la France. Comme l'industrie ne trouve sur place ni sources d'énergie, ni matières premières, elle a pu se développer grâce à l'existence d'une abondante main-d'œuvre. De ce fait, elle est surtout concentrée dans la région parisienne, devenue le principal centre industriel de France. Et cette industrie est presque exclusivement une industrie de transformation. C'est le pétrole qui tient une place considérable dans l'activité de la basse Seine (Normandie). Débarqué au Havre, le pétrole brut est transporté par pipe-line vers la région parisienne, vers la région du Nord et vers les grandes raffineries situées le long de la Seine. Celles-ci livrent le tiers de la production française de pétrole raffiné. La pétrochimie en est en plein essor. En ce qui concerne l'industrie extractive, un gisement de minerai de fer, de dimensions modestes, mais à teneur assez forte, est exploité en Normandie pour alimenter les hauts fourneaux de Caen.

15. Le Sud du Bassin de Paris. — Le Sud du Bassin Parisien est un pays de plaines. La Loire coule dans une gouttière qui porte le nom de vallée de Loire, aussi appelée «jardin de la France». Dans ce grand ensemble qui s'étend sur 150 km du Nord au Sud et 250 km de l'Ouest à l'Est, la vie rurale reste active. En dehors de quelques villes, l'industrie est à peine représentée. C'est la région la plus monotone, formée surtout de bas plateaux de 100 à 150 m. Les terrains calcaires ont été fréquemment recouverts par des nappes de débris sableux descendus du Massif Central. Lorsque le calcaire affleure, les plateaux ressemblent à ceux de l'Est du Bassin Parisien. La plaine de la Loire est une des plus peuplées du Bassin Parisien. Elle est aussi un grand pays de tourisme.

16. L'Est du Bassin de Paris. — L'Est du Bassin Parisien englobe la Lorraine, les plateaux bourguignons et la Champagne. Ces pays forment un grand plan incliné qui s'élève lentement vers l'Est et le Sud. Les couches de terrain sont de dureté inégale, ce qui a permis la formation d'un type de relief appelé le relief de côtes. Des plateaux calcaires s'élèvent en pente douce, brusquement tranchés par une côte. Au pied de celle-ci s'allonge une dépression argileuse à laquelle vient la montée d'un nouveau plateau

calcaire. Cette combinaison se répète plusieurs fois. L'industrie est surtout concentrée en Lorraine (charbon et minerai de fer). En dehors de la Lorraine, on peut encore citer Reims (Champagne) et Dijon (Bourgogne). Reims est un centre textile et de constructions mécaniques. C'est aussi un centre important de préparation du vin de Champagne. Dijon, avec ses usines métallurgiques, de constructions mécaniques et de produits alimentaires, avec ses savonneries et sa manufacture de tabac, est le plus grand centre industriel de la Bourgogne.

17. Le Centre du Bassin de Paris. — Le Centre du Bassin Parisien s'appuie sur la Normandie, la Champagne, le Soissonnais et la vallée de la Loire. L'altitude générale s'abaisse insensiblement du Nord au Sud. La partie centrale du Bassin Parisien est formée de sédiments tertiaires, alternativement durs et tendres. L'érosion a découvert les terrains durs, les plus anciens apparaissant au Nord, les plus récents au Sud. C'est la grande région à blé de la France. L'industrie est sur tout concentrée dans l'agglomération parisienne ainsi que dans les grandes villes (constructions mécaniques, machines agricoles, appareillage électrique et électronique, industries chimique, métallurgique, automobile, etc.). Très reliées à l'agglomération parisienne, ces villes apparaissent comme de simples satellites de cette dernière.

18. Paris et la région parisienne. — Au Centre du Bassin Parisien, Paris et sa banlieue constituent la cinquième agglomération du monde. Sur 0,5% du territoire français, dans un cercle d'environ 30 km de rayon, se groupent huit millions et demi d'habitants, soit dix-sept pour-cent de la population française. Cette agglomération est aussi la première région économique de la France. L'industrie parisienne est avant tout une industrie de transformation car elle ne trouve sur place ni sources d'énergie, ni matières premières. L'industrie métallurgique se place largement en tête. Au premier rang, la construction automobile ainsi que la construction aéronautique. Les entreprises d'appareillage électrique fournissent 60% de la production française. Les industries chimiques, surtout groupées dans la banlieue au Nord-Est de Paris, fabriquent des produits variés. Paris est le plus grand port fluvial français, avec un trafic de plus de quarante millions de tonnes. L'aéroport de Paris (Orly, Le Bourget) est le second en Europe occidentale. Paris est le siège du gouvernement et de toutes les administrations centrales. C'est à Paris que se sont installés la plupart des Grandes Ecoles et des établissements scientifiques.

(à suivre)

Devoirs

2. В каждом абзаце выделите слова, содержащие основную информацию. Озаглавьте абзацы. Составьте план статьи.

3. Составьте по-русски краткую аннотацию, указав на основные вопросы, рассматриваемые в статье.

4. Покажите на карте Франции:

— промышленные районы, упоминаемые в статье, и их главные города;

—месторождения полезных ископаемых, упоминаемые в статье, их основные характеристики.

4. Переведите абзацы 3, 8, 12, 18.

5. Поставьте 10 вопросов к тексту.

TEXTE 6

Exercices préalables

1. Прочтите ключевые слова. Пользуясь ими, заголовком и подзаголовками статьи, определите, о чем пойдет речь в тексте.

2. Прочтите текст и расскажите кратко на родном языке содержание прочитанного.

Vocabulaire de base

Noms

un abattage du minerai отбой руды, выемка руды

un banc discontinu невыдержанный пласт

un charbon gras жирный уголь

le chevalement d'un puits надшахтный копер

un forage зд.: буровая скважина

un golfe marin морской залив

le rendement par mineur производительность на одного горнорабочего

un téléphérique канатная подвесная дорога

un terril отвал

un triangle industriel промышленный треугольник

un versant d'une montagne склон горы

une charpente métallique металлическая конструкция

une couche marneuse пласт мергеля

une couche de minerai de fer железорудный пласт

la démolition d'un relief разрушение рельефа

l'épuration (f) du sel очистка соли

une gangue siliceuse кремнистая жильная порода

une lentille de minerai линзообразная рудная залежь

une table ondulée волнистообразное плато

la valeur de la production стоимость промышленной продукции

une veine de charbon угольный пласт

une veine puissante мощная жила; мощный пласт

une veine régulière выдержанная жила; выдержанный пласт

Verbes

accéder à une mine зд.: иметь доступ к подземным выработкам

se classer au ... n^e rang de qch занимать n-е место среди...

combler une fosse tectonique заполнить тектоническую впадину

différer de qch отличаться от...

s'enfoncer de ... mètres опускаться на... метров (о пластах)

extraire le minerai извлекать руду, добывать руду

plonger погружаться, нырять

tenir une place considérable занимать важное место в...

LA FRANCE

(fin)

1. **La plaine du Nord.** — La plus grande partie de la France du Nord est située à moins de cinquante mètres d'altitude, et même, près de la côte, certains points sont au-dessous de la mer. Cette partie basse est la plaine du Nord. C'est aussi une des plus actives régions économiques du pays. Elle appartient au triangle industriel du Marché commun. Les départements du Nord et du Pas-de-Calais qui la constituent se classent au premier rang en France pour la valeur de la production agricole et surtout pour la production d'énergie, les industries textiles, chimiques et métallurgiques. Sur moins de trois pour-cent du territoire français, entre les collines de l'Artois et l'Ardenne, la mer du Nord et la frontière belge, vivent plus de trois millions et demi d'habitants, soit huit pour-cent de la population française.

2. Partout, les installations industrielles marquent le paysage industriel de la France du Nord : chevalements des puits des mines, terrils, cheminées des usines. Trois causes principales expliquent la place prépondérante de l'industrie :

—les facilités de circulation,

—la richesse en main-d'œuvre,

—la richesse en matières premières, la présence du plus important bassin houiller de France. Le gisement s'étend sur une centaine de kilomètres dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais. Le bassin produit actuellement une dizaine de millions de tonnes par an. Une partie du charbon est utilisée sur place pour la production d'électricité thermique et de gaz ainsi que dans l'industrie chimique comme matière première. Le Nord est le premier producteur des produits chimiques, il fournit 25 à 50% des productions nationales d'azote, de goudron, de benzol, d'ammoniaque et d'acide sulfurique. La région du Nord est aussi le second centre sidérurgique français. Le Nord transforme en acier toute sa fonte et emploie, en plus, beaucoup de ferrailles pour la production de l'acier Martin. Le Nord produit 28% de la fonte et 30% de l'acier du total français. La métallurgie de transformation tient une place très importante dans l'économie du pays (charpentes métalliques, câbles, locomotives électriques, matériel pour les mines et la S. N. C. F., machines agricoles, constructions navales et industrie automobile).

3. **La région du Nord-Est.** — La France du Nord-Est groupe des régions de structures diverses: l'Ardenne et les Vosges, massifs hercyniens, la Lorraine avec ses plateaux sédimentaires et la plaine d'Alsace qui est une plaine d'effondrement. La Lorraine est constituée par le versant occidental des Vosges et par la partie orientale du Bassin de Paris. A l'Est, le plateau lorrain, formé de roches diverses du début du

secondaire, constitue une table ondulée: à l'Ouest se développe un pays des côtes. La côte de Moselle se dresse à deux cents mètres au-dessus de cette plaine. Plus à l'Ouest, la plaine est dominée par la côte calcaire de Meuse, qui, de quatre cents mètres, s'incline lentement vers la Champagne. La plaine d'Alsace s'allonge sur cent soixante kilomètres entre les Vosges et le Rhin; elle n'a que vingt à quarante kilomètres de largeur. C'est un fossé tectonique, lié à des cassures le long desquelles le socle cristallin s'est enfoncé de quatre mille mètres. Des dépôts variés l'ont ensuite en grande partie comblé.

4. Avec le Nord de la France et la région parisienne, la France du Nord-Est se place parmi les trois plus grandes régions industrielles du pays. Mais, à la différence des deux premières régions, l'industrie est ici répartie en quelques grands centres que séparent de vastes zones peu ou pas industrialisées. Ces centres sont liés aux ressources du sous-sol, comme en Lorraine du Nord, ou au carrefour du grand axe de circulation de la vallée du Rhin, comme dans la Haute-Alsace ou la région de Strasbourg.

5. **La Lorraine.** — La Lorraine du Nord possède le plus puissant gisement européen de minerai de fer: six milliards de tonnes de réserves, soit les trois quarts des réserves françaises et quatre-vingt-douze pour-cent de la production. La couche de fer appartient au lias supérieur. Sur une hauteur totale de vingt à cinquante mètres, elle est formée de couches de minerai épaisses (2 à 9 m), séparées par des couches marneuses. Le gisement plonge de l'Est vers l'Ouest: les couches de minerai affleurent, à l'Est, sur le front de la côte de Moselle, mais sont recouvertes, à l'Ouest, de terrains stériles épais d'environ deux cents mètres. La gangue, qui forme les deux tiers du minerai, est parfois siliceuse, mais le plus souvent calcaire: dans ce cas, elle facilite la fusion du minerai dans le haut fourneau. Malgré ses défauts (faible teneur en métal, abondantes infiltrations d'eau dans les calcaires, présence de deux pour-cent de phosphore qui rendait la fonte cassante avant l'utilisation du procédé Thomas), le minerai de fer lorrain fournit cinquante à cinquante cinq millions de tonnes par an, extraites soit des carrières ou galeries débouchantes à flanc de coteau, soit, le plus souvent, des mines souterraines auxquelles on accède par des puits. L'abattage du minerai est entièrement mécanisé. La Lorraine produit 70% de la fonte et 60% de l'acier français. Le gaz des hauts fourneaux et des cokeries est utilisé sur place, en particulier pour la production de l'électricité.

6. La Lorraine est aussi le second bassin charbonnier de France. Le gisement lorrain prolonge le gisement sarrois. Le charbon est exploité à une profondeur relativement faible, de 80 à 160 m. Avec plus de cinq milliards de tonnes de réserves, c'est le plus grand gisement français. Les veines de charbon sont les plus épaisses (1,20 m en moyenne) et les plus régulières de France: c'est pourquoi on a pu mécaniser l'extraction au maximum, ce qui donne aux mines de Lorraine le rendement par mineur le plus élevé d'Europe occidentale. Les charbons de Lorraine sont les charbons gras, très riches en sousproduits. Voilà pourquoi on les utilise non seulement comme combustible, mais aussi comme matière première dans l'industrie chimique. Le bassin de Lorraine fournit plus de 90% de la production française d'électricité thermique, avec deux puissantes centrales alimentées par pipe-line (charbon pulvérisé est transporté dans un courant d'eau) ou par téléphérique. Grâce à des techniques récemment mises au point, le

charbon lorrain fournit aujourd'hui le coke de bonne qualité. Mais l'avenir du charbon lorrain est menacé à cause du rôle décroissant du charbon dans l'économie française.

7. L'Alsace. — En Alsace, le gisement de sel gemme qui s'étend entre la Moselle et le Sarre, est situé à une faible profondeur. Le sel se présente en bancs discontinus, sous forme de lentilles. L'extraction se fait par injection d'eau dans le gisement par des forages. L'eau salée qui en résulte est pompée puis, après épuration, évaporée. C'est ainsi qu'on obtient le sel raffiné. Le gisement de potasse, situé près de Mulhouse (Haute-Alsace), entre 500 et 1000 m de profondeur, fournit environ deux millions de tonnes de potasse.

8. Avec la plaine d'Alsace, s'ouvre la série des plaines de l'Est et du Sud-Est de la France. Ce sont des plaines beaucoup plus petites, dominées par de hauts reliefs. La plupart sont nées d'effondrements liés à la formation des grandes chaînes tertiaires: les fossés ainsi créés se sont peu à peu comblés de dépôts et d'alluvions. Comme la plaine d'Alsace, les plaines de la Saône et du Rhône offrent, entre le Massif Central, le Jura et les Alpes, une très belle voie de passage de la France du Nord ou du Bassin de Paris vers le Midi: les carrefours de Dijon et de Lyon comptent parmi les plus importants de France. La formation des plaines d'effondrement rappelle celle d'Alsace, mais elle en diffère dans la partie Sud à cause de la proximité des Alpes. Au Nord (plaines de la Saône), la zone d'effondrement entre le Massif Central, le Sud-Est du Bassin Parisien et le Jura a été occupée surtout par des lacs, jusqu'à la fin du tertiaire: ils y ont déposé beaucoup d'argile. Au centre, ce sont d'immenses moraines des grands glaciers des Alpes. Au Sud, les plaines du Rhône formaient un golfe marin très étroit: des débris de la chaîne alpine l'ont comblé; c'est aujourd'hui une série de petites plaines, bordées par le Massif Central et les Préalpes, séparées les unes des autres par des éperons granitiques ou calcaires.

9. Le Bassin d'Aquitaine. — Le Bassin d'Aquitaine forme un vaste ensemble de plaines, collines, plateaux qui s'appuient à des régions plus élevées, Massif Central et Pyrénées (voir la carte de la France). Les reliefs s'inclinent vers le centre, partie la plus basse du Bassin. C'est aussi un bassin sédimentaire. Sa superficie n'atteint que la moitié de celle du Bassin de Paris (80 000 km² environ, à peu près comme le Massif Central). La plupart de ses eaux vont à la Garonne. Sa façade maritime est beaucoup plus basse et ouverte que celle du Bassin de Paris. Le centre du Bassin d'Aquitaine est une gouttière allongée du Sud-Est au Nord-Est, occupée par la vallée de la Garonne.

10. La formation du Bassin d'Aquitaine. — Le Bassin Aquitaine fut occupé par des mers secondaires au fond desquelles se sont déposés des sédiments surtout calcaires. Près du Massif Central, ces couches ont été inclinées pendant le relèvement de ce massif et elles ont constitué les plateaux qui le bordent. Mais dans le reste du Bassin d'Aquitaine, ces terrains secondaires sont aujourd'hui invisibles, car ils furent ensevelis par des masses considérables de dépôts venus de la démolition de la chaîne hercynienne: ces dépôts ont peu à peu comblé le reste de la cuvette.

11. Les industries du Bassin d'Aquitaine.— Le développement du Bassin d'Aquitaine est beaucoup favorisé par la présence du pétrole (Parentis) et surtout du gaz naturel (Laq). Le gisement de Parentis, dans les Landes, est jusqu'ici le plus productif de France et fournit plus de deux millions de tonnes de pétrole par an. Le gisement de Laq est le plus important gisement de gaz en France. Le gaz vient d'une structure anticlinale à 3300 m de profondeur, longue de 15 km et large de 7. D'un grand pouvoir calorifique, il contient en outre près de 15% de soufre, ce qui a gêné la mise en exploitation du gisement, mais constitue une richesse supplémentaire. La production annuelle est de six milliards de mètres cubes de gaz épuré, équivalent à sept millions de tonnes de charbon. Une partie du gaz de Laq est expédiée vers Paris, Nantes, Lyon et Besançon. Dans les Landes, on exploite aussi un gisement de lignite (Arjuzanx). Le lignite est utilisé sur place pour alimenter une centrale thermique. De plus, le Bassin d'Aquitaine a bénéficié de l'électricité hydraulique venue des Pyrénées et un peu du Massif Central.

12. Au pied des Pyrénées, en Provence, un important gisement de bauxite (gisement de Brignoles) donne les cinq sixièmes de la production française de minerai d'aluminium. La présence des sources d'énergie et des matières premières comme pétrole, gaz naturel, soufre et bauxite, ont donné naissance aux industries chimiques, à l'électrochimie et à l'électrometallurgie de l'aluminium.

Devoirs

1. В каждом абзаце выделите слова, содержащие основную информацию. Озаглавьте абзацы.

2. Составьте по-русски краткую аннотацию, указав на основные вопросы, рассматриваемые в статье.

3. Назовите и покажите на карте:

— основные промышленные районы;

— месторождения полезных ископаемых, дайте им краткую характеристику.

4. Покажите на карте «промышленный треугольник» Франции, назовите его основные города. Скажите, какое значение он имеет для Франции.

5. Переведите абзацы 2, 3, 5, 6.

6. Составьте на родном языке краткую аннотацию статьи (тексты 8, 9 и 10).

7. Ответьте на вопросы:

— Les dimensions de la France sont-elles grandes ou petites? 2. Qu'est-ce que la France? 3. Qu'est-ce que les massifs anciens? 4. Nommez les massifs anciens se trouvant sur le territoire français et montrez-les sur une carte géographique. 5. Nommez les montagnes récentes se trouvant sur le territoire français et montrez-les sur une carte géographique. Précisez leur disposition sur le territoire. 6. Comparez le Massif Central avec les Alpes et montrez les différences entre les massifs anciens et les chaînes

récentes. 7. Parlez de la formation des Alpes. 8. Quels sont les fleuves les plus importants de la France? Montrez-les sur une carte géographique. Dites où se jette chacun de ces fleuves. 9. Nommez les agglomérations urbaines les plus importantes françaises que traverse chacun de ces fleuves. 10. Quelles sont la région et la ville les plus «centrales» de France? 11. Parlez des sources d'énergie et de leur répartition sur le territoire français (voir la carte). 12. Expliquez le déclin (упадок) du charbon en France. 13. Comparez la place respective (соответствующий) des diverses sources d'énergie en France et en Ukraine. 14. Où se trouvent les plus importants gisements de minerais de fer? De charbon? De bauxites? De potasses et de sel?

ТЕКСТЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

GEOLOGIE DE LA FRANCE

GÉNÉRALITÉS

Lorsque l'on examine une carte géologique de la France, deux régions anciennes principales attirent le regard, le Massif Armoricaïn et le Massif Central. Le second, abstraction faite du relief volcanique récent surimposé, est constitué par des roches granitiques, des gneiss, des micaschistes, les sédiments paléozoïques se réduisant au Carbonifère, sauf en ce qui concerne la Montagne Noire qui en est une annexe méridionale. Dans le Massif Armoricaïn, le Paléozoïque occupe une place importante à côté des roches granitiques et cristallogéologiques.

Au Nord-Est un troisième massif hercynien de beaucoup moindre étendue, les Vosges, et encore plus au Nord le massif primaire sédimentaire de l'Ardenne, pour la plus grande partie d'ailleurs en territoire belge, complètent la série de régions anciennes.

Deux chaînes tertiaires, les Pyrénées et les Alpes ferment les zones frontières au Sud-Ouest et au Sud-Est. Elles laissent d'ailleurs apparaître leur roche hercynienne, sous forme de la zone primaire et cristalline axiale dans la première, et dans de massifs cristallins dits externes, dans la seconde; les terrains anciens reviennent également au jour dans les Massifs des Maures et de l'Estérel.

Les massifs hercyniens et les chaînes tertiaires constituent l'encadrement actuel des grandes régions sédimentaires peu plissées, qui s'opposent aux précédentes par la simplicité de leur structure.

Ces régions plus ou moins tabulaires sont: le bassin de Paris, compris entre le Massif Armoricaïn, le Massif Central, les Vosges, l'Ardenne est limitée au Nord par le bassin houiller franco-belge, ou plutôt par l'axe de l'Artois, plissement tardif au-dessus de ce dernier, et par le Boulonnais; le bassin aquitain situé entre le bord méridional de la Vendée, le bord Ouest et Sud-Ouest du Plateau Central et les Pyrénées; le bassin rhodanien et ses dépendances, enserrés entre la bordure orientale du Massif Central à l'Ouest et les Alpes, ainsi que par l'avant-pays plissé de ces dernières au delà de la plaine suisse, le Jura.

Entre les massifs anciens qui délimitent les bassins sédimentaires, existent des solutions de continuité résultant de l'engorgement des plis hercyniens, et par lesquelles ces

bassins ont pu, à différentes périodes, communiquer; ce sont le seuil ou détroit Poitou entre la Vendée et le Nord-Ouest du Massif Central, mettant en relation le bassin de Paris et celui d'Aquitaine, et le détroit Morvano-Vosgien entre le Morvan et les Vosges, voie d'accès entre le bassin de Paris et les régions jurassiennes et rhodanienne; au débouché de ce dernier subsiste, accolé au Jura, le petit horst du massif de la Serre, trait d'union et témoin de la continuité des plis entre le Morvan et les Vosges.

D'autre part, entre la Montagne Noire et l'extrémité Est des Pyrénées, le détroit de Carcassonne a permis une arrivée directe des faunes méditerranéennes dans le bassin aquitainien.

Il va de soi que la disposition qui vient d'être exposée ne correspond qu'à un état statique actuel, après nombreux mouvements suivis d'une phase d'érosion qui a retiré de grandes étendues de terrains sédimentaires, cristallophylliens ou éruptifs. Au cours de l'histoire géologique de notre pays, les différentes régions qui ont été définies ci-dessus, ou bien n'existaient pas encore, ou bien n'étaient pas délimitées de la même manière.

C'est ainsi, par exemple, que la Vendée et une grande partie du Massif Central ont certainement été submergées pendant le Jurassique, et que les Vosges paraissent être restées sous les eaux depuis le Trias jusqu'au Jurassique moyen, tandis que l'Ardenne, exondée pendant le Jurassique, a été au Céno-manien recouverte par la mer du Cretacé moyen.

A un autre point de vue, le bassin rhodanien en tant que région géologique est de délimitation récente, les Alpes ne s'étant formées qu'au Tertiaire moyen et supérieur; il s'agit là d'une limite artificielle, tectonique, et sans rapport avec l'ancienne extension des mers et des terres émergées.

Avant d'entreprendre la description, et d'essayer de retracer l'histoire géologique des grandes régions de la France, il ne paraît pas inutile de rappeler très brièvement un certain nombre de notions auxquelles il sera constamment fait appel.

Subdivision stratigraphique. Les étages et les zones

Les sédiments déposés au fond des mers sont caractérisés par leur constitution lithologique (marnes, calcaires, grès, sables, etc.) et par leur faune; on peut, avec Haug, appeler faciès la somme des caractères lithologiques et paléontologiques que présente un dépôt donné en un point déterminé, et ceci s'applique aussi bien aux formations d'eau douce ou continentales, de même qu'aux dépôts saumâtres.

La série sédimentaire est divisée en étages, répartis en trois grandes ères, primaire, secondaire et tertiaire, le Quaternaire étant un peu à part. Les étages, dont chacun est défini par les fossiles qu'il renferme, présentent souvent des faciès différents d'une région à l'autre. Lorsque l'on peut saisir la zone où un faciès cède la place à un autre, on dit que l'on observe un passage latéral.

Dans le sens de la superposition, lorsqu'il y a continuité dans la formation des dépôts, la faune ne change en général pas d'une manière brusque, et il devient très difficile de savoir où il faut faire passer la limite entre deux étages. Certains donnent la priorité aux apparitions de formes nouvelles, d'autres attachent plus d'importance à la persistance d'espèces très caractéristiques, telles que par exemple des Céphalopodes. Il semble qu'aucune règle absolue ne puisse être donnée, et qu'il faut avant tout, dans

chaque cas particulier, déterminer les organismes les plus parlants pour trancher la question dans un sens ou dans l'autre. On peut d'ailleurs penser que les discussions relatives au fait de savoir si une couche de passage doit être attribuée à l'étage inférieur ou à celui qui le surmonte sont stériles et totalement dépourvues d'intérêt, l'essentiel étant de savoir de quoi on parle. La plus mauvaise solution consiste évidemment à créer pour elles des termes spéciaux, car dans les régions où la sédimentation a été continue on pourrait être encombré par ces étages parasites.

L'étage est une unité stratigraphique qui théoriquement doit pouvoir se retrouver sur toute la surface du globe. La zone paléontologique, basée sur des fossiles qui, à l'intérieur d'un étage, occupent un niveau déterminé, a une étendue moins universelle et caractérise un ou plusieurs bassins déterminés.

Les meilleurs fossiles pour établir des zones paléontologiques se sont montrés être des Ammonites, grâce auxquelles on a pu distinguer une série de niveaux, souvent très constants. En ce qui concerne le Primaire, on s'appuie depuis longtemps sur les Trilobites et pour le Houiller sur les flores; plus récemment on a utilisé les Goniatites, ancêtres des Ammonites. La chronologie du Tertiaire se base surtout sur les grands Foraminifères pour les dépôts marins et sur les faunes des Vertébrés pour les formations continentales terrestres et lacustres.

Les subdivisions en étages doivent avoir pour type des formations marines; il est logique qu'elles ne concernent pas pour ainsi dire jamais avec les coupures continentales, puisque ces dernières correspondent à des dépôts qui se sont constitués pendant des périodes d'émersions, et que des transgressions marines, c'est-à-dire des arrivées de la mer sur des terres précédemment émergées, ont pu isoler des régions non submergées, sur lesquelles la faune terrestre a pu survivre plus longtemps qu'ailleurs, et où des éléments nouveaux n'ont pu arriver faute de voies d'accès.

Il arrive que dans une série stratigraphique un ou plusieurs étages fassent défaut; on a alors une lacune qui peut être due soit à ce que les dépôts absents n'aient pas été formés par suite d'une émergence, soit plus rarement à ce qu'ils ont été détruits par une brusque transgression de l'étage suivant, à la base duquel on trouve ses éléments remaniés. Très souvent aussi, à la suite d'une exondation prolongée, l'érosion enlève des sédiments de sorte que la lacune constatée lors de la prochaine transgression sera la somme d'une lacune stratigraphique et d'une disparition de couches au cours d'une émergence. Il y a là un facteur dont il faut tenir le plus grand compte pour les reconstitutions paléogéographiques, les limites actuelles des affleurements ou des points où l'on rencontre une formation donnée ne correspondant que très exceptionnellement à leur extension réelle qui a pu être beaucoup plus importante.

Les géosynclinaux

Si l'on considère la répartition des faciès, on constate que les formations néritiques, déposées dans des mers dont la profondeur ne dépassait pas 200 mètres, se rencontrent presque exclusivement dans des régions où les couches ont été très peu plissées; elles sont caractérisées par des dépôts en général peu épais, avec brusques changements de faciès, surtout verticalement, mais souvent aussi horizontalement, lacunes, intercalations de couches saumâtres ou lacustres.

Les formations bathyales, correspondant à des profondeurs de 200 à 1000 mètres et dont les schistes, les marnes bleues, les calcaires à grain fin de type vaseux sont très représentatifs, se trouvent généralement sur des épaisseurs souvent très grandes, pouvant atteindre plusieurs milliers de mètres, dans des zones étroites et allongées fortement plissées, sur l'emplacement desquelles ont pris naissance les chaînes de montagnes.

Pour expliquer l'accumulation des mêmes faciès profonds, avec passage insensible d'un étage à l'autre, James Hall a dès 1859 admis que sous le poids des sédiments le fond de la dépression s'abaissait au fur et à mesure de leur dépôt, maintenant ainsi sa profondeur constante; Dana a précisé cette notion en 1873, donnant le nom de géosynclinal à de telles zones, pensant toutefois que l'enfoncement était dû à des pressions latérales plutôt qu'au poids des dépôts.

On a poussé trop loin par la suite l'interprétation des données ci-dessus qui correspondent à ce que l'on observe très souvent, mais souffrent de nombreuses exceptions; c'est ainsi par exemple que l'on a eu trop tendance à admettre que les épaisses séries d'un géosynclinal devaient fortement être bathyales, alors que ni Hall, ni Dana, ni Haug n'ont rien dit de pareil, et qu'elles peuvent être néritiques, abstraction faite bien entendu des assises de comblement qui le sont toujours.

Par opposition, on appelle géantoclinal une crête s'étant maintenue pendant une période plus ou moins longue; un géosynclinal peut d'ailleurs être complexe et comporter plusieurs zones profondes séparées par des géantoclinaux.

Les Alpes donnent un bon exemple de faits de ce genre et on a pu y reconstituer un géosynclinal dauphinois qui s'est poursuivi avec des fortunes diverses et des déplacements de son axe, du Lias à l'Eocène, et un géantoclinal briançonnais à faciès néritiques, qui le séparait d'une seconde zone géosynclinale située à l'Est et dans laquelle se sont formés les Schistes lustrés.

Lorsqu'un géosynclinal s'enfonce, les assises de base arrivent dans des zones de plus en plus profondes de l'écorce terrestre où elles rencontrent entre autres des conditions de température et de pression qui jouent un rôle prépondérant dans leur transformation sur une grande échelle en roches cristallophyliennes, par le jeu du métamorphisme dit régional ou général qui est lié à la condition géosynclinale et s'observe sur de grandes étendues. Ainsi se sont notamment formés la plupart des gnéiss et des micaschistes de même que les Schistes lustrés.

Les plissements et les charriages

Les sédiments qui se sont déposés au fond des eaux étaient primitivement horizontaux, mais très souvent ils n'ont pas conservé cette position, ils ont été plissés plus ou moins fortement; les parties convexes d'une zone plissée sont des anticlinaux, les parties concaves sont synclinaux ou fonds de bateaux. Les plis peuvent être simples et réguliers, mais il arrive très souvent qu'ils présentent de nombreux replis.

Un pli simple est normal quand ses deux flancs ont une même inclinaison; il est isoclinal lorsque ces flancs sont parallèles, il y a aussi des plis en éventail, déversés, couchés, renversés. De multiples complications peuvent être réalisées, notamment par étirement et disparition de l'un des flancs, rupture suivant l'axe.

Quand une zone synclinale comporte des plis longitudinaux secondaires, on a un *synclinarium*, et dans des conditions analogues, une région anticlinale prend le nom d'*anticlinarium*.

Les zones géosynclinales sont celles qui ont été les plus affectées par les plissements auxquels est due la surrection des chaînes de montagnes; ce sont des régions plissées qui s'opposent aux régions tabulaires où les assises sont restées plus ou moins horizontales et qui constituent les grands bassins sédimentaires tels que ceux de Paris et d'Aquitaine.

Les plissements sont dus à des pressions et poussées tangentielles constituant les mouvements orogéniques qui se sont manifestés avec une intensité particulière à certains moments de l'histoire de la Terre, aboutissant à la formation des grandes chaînes de montagnes, chaîne huronienne au Précambrien, chaîne calédonienne au Dévonien, chaîne hercynienne à l'Anthracolithique, chaîne pyrénéenne à la fin de l'Eocène, chaîne alpine à la fin du Miocène.

Les premiers de ces mouvements n'ont pu être mis en évidence avec certitude en France, mais peut-être, pourrait-on leur rapporter l'orogénèse qui a affecté, antérieurement au Cambrien, les schistes briovériens du Massif Armoricaire (mouvements cadomiens). Les seconds paraissent pouvoir être décelés en certains points de la même région, mais la chaîne primaire qui joue le plus grand rôle dans notre pays est la chaîne hercynienne ou armoricaine-varisque qui comprend le Massif Armoricaire, le Plateau Central, les Vosges et se poursuit en Bohême; cette phase orogénique ancienne se reconnaît également dans la zone axiale des Pyrénées, dans les Maures et l'Estérel, en Corse et dans les Massifs cristallins externes des Alpes.

Aux mouvements de la fin de l'Eocène est due la surrection des Pyrénées, et la première phase alpine qui peut être située vers l'Oligocène inférieur prolonge cette orogénèse; la mise en place des nappes de la Corse orientale date également de l'Oligocène. Enfin, les mouvements alpins proprement dits, englobant dans l'édifice des assises burdigaliennes et vindobodiennes, se situent au Miocène supérieur.

Beaucoup de géologues pensent d'ailleurs que le phénomène de plissement a été continu, et qu'entre ces différents paroxysmes orogéniques ne régnait pas un calme complet, mais une activité atténuée pouvant se traduire par des mouvements posthumes, des pré-mouvements ou même des phases paraissant indépendantes; c'est ainsi par exemple que l'on a pu mettre en évidence d'importants mouvements antécénomaniens dans les Pyrénées.

Lors de la formation des chaînes de montagnes, il est arrivé que de grands plis couchés, plus ou moins digités ou en faisceaux, soient poussés en avant sur un substratum plus récent que les assises qui les constituent, puisque par suite de l'érosion leur partie frontale soit séparée de leur lieu d'origine, de leurs racines; ainsi ont pris naissance des lambeaux de recouvrement et des nappes de charriage dans lesquels on observe souvent des séries stratigraphiques inversées et des dispositions compliquées, et on a dans certains cas admis qu'il s'agissait d'un empilement de nappes.

La théorie des grandes nappes de charriage, conduisant à des synthèses grandioses et vraiment harmonieuses, mise en faveur par Marcel Bertrand en Provence, a été appliquée aux Alpes par P. Ternier, aux Pyrénées par Léon Bertrand, puis par la suite à la plupart des chaînes tertiaires. Mais il était difficile, sur un pareil sujet, de demeurer

dans une juste mesure, et rapidement on arrive à des exagérations manifestes.

La tendance à voir des charriages partout se développa, et on n'hésita pas à rechercher l'origine des prétendues nappes de Provence sous la Méditerranée au delà des Maures, à faire venir celles des Alpes françaises de plusieurs centaines de kilomètres à l'Est, à trouver quatre unités chevauchantes dans les Pyrénées et à rattacher à la région austroalpine certains lambeaux de recouvrement de la Corse. On eut le tort de présenter comme faits réels et démontrés ce qui ne constituait que des hypothèses pour le moins très hardies.

Les recherches ultérieures ont prouvé l'inexistence des charriages proprement dits dans les Pyrénées et en Provence, et si ceux des Alpes et de Corse apparaissent comme certains, leur ampleur a été considérablement diminuée, les racines des nappes n'étant au plus recherchées qu'à quelques kilomètres ou dizaines de kilomètres d'elles.

En ce qui concerne les deux premières régions, leur structure est parfaitement expliquée, ainsi qu'on le verra plus tard, par des plis de fond et une tectonique cassante affectant une couverture sédimentaire décollée au niveau du Trias marneux. Ce fractionnement de la couverture avec petits chevauchements locaux peut être attribué à l'écoulement par gravité, qui, au fond, n'est pas une idée nouvelle, en Provence où les mouvements tangentiels ne paraissent pas être à l'origine des plis. Par ailleurs, cette théorie rend très bien compte du fait que la couverture décollée montre souvent, au-dessous de dalles calcaires à peine ondulées, des assises plus malléables plissotées et chiffonnées. Mais il reste à trouver la cause de la surrection du tréfonds ancien qui serait ainsi non pas dénudé par érosion, mais par le glissement sur ses flancs, sous l'action de la pesanteur, au niveau du Trias, de son revêtement sédimentaire.

Ramenés à leurs justes proportions, les phénomènes de charriage ne présentent donc guère plus d'ampleur que ne leur en concédait E. Fournier qui dès 1906 eut le courage d'élever une protestation contre l'abus d'une théorie alors très en faveur.

Les aires de surélévation et les zones d'ennoyage

Les régions plissées peuvent, suivant des directions perpendiculaires aux plis, subir des élévations ou des abaissements de l'axe de ceux-ci, il se produit ainsi des aires de surélévation et des zones d'ennoyage. Ces dernières permettent le retour de la mer par transgression et les nouveaux dépôts horizontaux seront en discordance sur ceux plus ou moins redressés de la région plissée affaissée.

Le Massif armoricain et le Plateau Central sont des aires de surélévation et entre eux, le seuil du Poitou est une zone d'ennoyage où les plis hercyniens disparaissent, s'ennoyaient sous les formations mésozoïques, sans fractures transversales, le détroit Morvano-Vosgien délimité par des failles bordières ajoute des effondrements à l'ennoyage. A une plus grande échelle, le bassin de Paris et le bassin aquitain sont de vastes zones ennoyées du Massif hercynien de l'Europe occidentale; les mers qui les ont occupées, transgressives sur une aire continentale, n'ont jamais atteint de grandes profondeurs et sont dites épicontinentales.

C'est à un ennoyage des plis entre Dinan et Dol, au Miocène moyen, qu'est due l'irruption en Bretagne de la mer des faluns qui devait s'étendre jusqu'au delà de Blois.

La formation de ces aires abaissées ou sur élevées est attribuée à des mouvements

verticaux, dits épirogéniques, qui s'opposent en principe aux mouvements tangentiels ou orogéniques, mais la distinction de ce qui, dans la structure d'une région, revient aux uns et aux autres n'est pas toujours facile à établir.

Les failles

Les fractures de l'écorce terrestre qui présentent un rejet, c'est-à-dire un déplacement, soit verticalement soit horizontalement, de l'un des secteurs déterminés par la cassure, sont appelées failles.

Ces cassures, dont certaines sont très étendues, n'ont pas toujours été produites par des mouvements verticaux de l'écorce terrestre, et beaucoup d'entre elles sont des conséquences plus ou moins directes des plissements. Elles sont alors longitudinales et résultent le plus souvent de l'étirement et de la rupture d'un flanc (plis-failles) ou de la rupture d'un anticlinal au voisinage de son axe.

Il y a des régions où les failles sont multiples, quelquefois subparallèles et assez rapprochées, déterminant des compartiments ou voussoirs, dont les uns peuvent être surélevés et les autres effondrés. Les champs de fractures, parmi les plus caractéristiques desquels on peut citer ceux de Banon (Basses Alpes), d'entre Loire et Morvan, de Saverne, sont généralement considérés comme résultant d'une décompression suivant une phase orogénique, l'arrêt des efforts tangentiels produirait un relâchement des forces agissant sur l'avant-pays, et des régions plus ou moins importantes n'étant plus soutenues s'effondreraient en se fractionnant.

Dans les territoires fracturés, certaines parties restent en saillie; ce sont des horsts, très souvent formés de roches ou de terrains anciens, qui s'opposent aux zones effondrées. Certains massifs anciens sont en contact avec les bassins sédimentaires qui s'étendent à leur pied, par une zone bordière formée souvent de failles en gradins ou en escalier.

Il semble d'ailleurs que l'on a souvent interprété à rebours les rapports entre les zones dites surélevées et les régions dites effondrées. On a souvent admis que le bassin aquitain était affaissé par rapport au Massif Central, le Nivernais par rapport au Morvan, et la Limagne et la plaine d'Alsace sont classiquement citées dans tous les Traités comme zones d'effondrement. Il n'est cependant pas possible d'admettre que les dépôts sédimentaires jurassiques qui ont à un moment donné recouvert les Vosges et une grande partie du Massif Central se sont reposés à des côtes supérieures à celles atteintes actuellement par le socle ancien, et la même conclusion s'impose pour les formations oligocènes.

On est donc conduit à admettre que ce sont les Massifs anciens qui ont été surélevés, les zones dites d'effondrement représentant alors, soit des compartiments entre fractures n'ayant pas pris part au mouvement positif, soit des secteurs ayant par affaissement entre les failles repris à peu près la position qu'ils occupaient avant d'avoir participé à des mouvements de surélévation qui les ont portés temporairement à une côte à laquelle ils ne se sont pas maintenus.

La subsidence qui en Alsace et en Limagne a permis le dépôt d'épaisses assises oligocènes de faciès peu profonds, montre que dès ce moment il s'agissait de zones faibles, prédestinées à rester en arrière lors du soulèvement des Vosges, de la Forêt

Noire et du Massif Central, contre-coup de l'orogénèse alpine, auquel est peut-être dû aussi la surrection du petit massif de la Serre.

Il semble donc que l'on a souvent appelé improprement horst des compartiments ou massifs non pas restés en place lors d'un effondrement, mais soulevés au milieu des régions restées en place. Si l'on admet que la Limagne et l'Alsace ont été soulevées pour retomber ensuite, leur effondrement n'est que relatif et par rapport à la position actuelle des Massifs anciens encaissants, mais il n'y a pas eu affaissement depuis l'altitude à laquelle se trouvaient les assises sédimentaires les plus élevées à la fin de l'Oligocène, si l'on excepte bien entendu les mouvements lents qui ont pu se produire antérieurement au Miocène supérieur, mais que rien ne permet de déceler.

Il faut d'ailleurs ajouter que les Massifs anciens dont il vient d'être parlé paraissent bien avoir été émergés très longtemps avant de subir le contre-coup de l'orogénèse alpine à la quelle on attribue leur surélévation et leur fractionnement, suivant un processus qu'il ne messierait point de préciser. On peut notamment se demander comment la surrection des Alpes, que l'on s'accorde à considérer comme due à des mouvements tangentiels, a eu, au titre de conséquence directe, les mouvements épirogéniques qui ont agi sur les Vosges et la Forêt Noire, et ce au delà de la plaine suisse et du Jura, lequel voit ses plis s'atténuer de plus en plus vers le Nord pour se raccorder au régime tabulaire du détroit Morvano-Vosgien. De même l'action sur le Morvan apparaît assez peu nettement, bien que les failles bordières datent très probablement du Miocène supérieur. Il est permis de penser que les paroxysmes de l'orogénèse alpine ont été accompagnés de mouvements satellites divers n'ayant pas forcément le caractère de pression latérale, car le jeu de la décompression ne rend pas compte de tous les phénomènes observés.

Tiré de R. Abrard "Géologie de la France"

L'ECORCE TERRESTRE

Il est généralement admis maintenant que sur une certaine épaisseur les couches du globe les plus voisines de sa surface sont constituées par des roches et forment une croûte appelée l'écorce terrestre. Au-dessous se rencontreraient des couches de plus fortes densités, mais possédant des propriétés physiques quelque peu différentes, autorisant une certaine plasticité grâce à laquelle des déformations pourraient s'accomplir sous l'action d'efforts prolongés: c'est ce milieu qu'on désigne volontiers sous le nom de magma interne.

Un tel état de choses, nous ne sommes pas à même de le contrôler directement par l'exploration en profondeur, à l'aide de forages; ceux-ci ne dépassent guère 8000 m (record des forages pétroliers), et on est bien loin d'atteindre ainsi la limite de l'épaisseur attribuée à la croûte superficielle. En conséquence les conceptions relatives à la disposition et à l'importance de celles-ci procèdent seulement de l'observation de divers phénomènes dont la mesure, et l'analyse de certains de leurs effets, sont susceptibles d'apporter divers éléments d'information. Dans cet ordre d'idées le perfectionnement des connaissances est venu infirmer bien des idées premières.

Tout d'abord, en effet, on a considéré l'écorce comme recouvrant à peu près

régulièrement le reste de la masse du globe complètement en ignition. L'hypothèse est basée sur une élévation progressive de température à mesure qu'on s'enfonce au-dessous de la surface, et qui se continuant au taux moyen constaté dans les limites de l'observation atteindrait alors à une profondeur déterminée un degré auquel nulle roche ne pourrait persister à l'état solide. Cette profondeur, limite à partir de laquelle commencerait l'état "fluide", serait d'une centaine de kilomètres tout au plus. Avec une telle épaisseur, l'écorce solide ferait figure de mince pellicule comparativement aux 12756 km du diamètre du globe: pour faire image on s'est plu parfois à l'assimiler à quelque chose comme la coquille d'un oeuf.

Nous reviendrons un peu plus loin sur cette question de l'augmentation de la température en profondeur. Mais à propos de la fluidité envisagée il faut remarquer qu'à l'intérieur du globe la pression s'accroît à mesure qu'on se rapproche du centre. Et déjà énorme à la limite qui vient d'être indiquée il ne saurait plus être question de fluidité, du moins dans le sens propre que nous donnons à cette expression. Nous ne pouvons à la vérité nous représenter l'état d'un corps soumis à une température de plusieurs milliers de degrés en même temps qu'à une pression formidable ayant pour effet de lui conférer une consistance équivalente pratiquement à celle d'un solide.

Dans tous les cas la notion d'une masse intérieure complètement fluide est incompatible avec le phénomène bien connu des marées. Ce soulèvement rythmique des océans, dû aux attractions combinées de la Lune et du Soleil, une telle masse devrait le suivre en y faisant participer l'écorce reposant sur elle, ce qui se traduirait par des conséquences très sensibles pour nos sens. Mais de ce que rien ne soit perceptible pour nos sens n'implique nullement l'inexistence de mouvements de cet ordre, et que par suite on doive considérer le globe comme entièrement solide, c'est-à-dire indéformable. Au contraire, et conformément à des théories basées sur nombre de phénomènes, les uns d'ordre astronomique, les autres d'ordre géodésique, il faut admettre que la Terre se comporte comme un globe élastique sans cesse modifié par les forces qui le sollicitent. Seulement le degré de cette élasticité est très faible.

L'analyse des faits relatifs à l'étude des marées permit à lord Kelvin, en 1878, de déduire que la rigidité du globe entier est comparable à celle de l'acier. Pareille conclusion générale résulte de la constatation de la variation des latitudes déterminée par de faibles changements, d'une amplitude totale d'une dizaine de mètres, dans la position des pôles de rotation par rapport à la surface du globe; puis de l'étude expérimentale des déviations journalières de la verticale; enfin des observations de Michelson et Gale, en 1917 sur les fluctuations du Niveau de l'eau enfermée dans des tubes enterrés et solidement réunis au sol. D'après toutes ces recherches, seulement indiquées ici dans leurs principes on obtient pour l'amplitude des marées de l'écorce terrestre une valeur de l'ordre de 0 m 18 en moyenne; l'amplitude calculée en supposant le globe entièrement fluide serait de 50 à 60 cm.

Tiré de "Que sais-je?"

VOLCANISME

Tout ceci se concilie difficilement avec l'idée première, et si naturelle, des volcans puisant leurs laves dans l'immense sphère liquide incandescente. Pour expliquer les

phénomènes imposants que sont les éruptions volcaniques on a d'abord supposé l'expansion des matières ignées comme déterminées par l'infiltration des eaux marines traversant l'écorce et se volatilissant au contact du foyer interne: la pression de la vapeur ainsi formée aurait été suffisante pour faire éclater l'écorce surtout aux points faibles (cassures dans les plissements) et ces issues livreraient passage sous l'influence d'une poussée formidable, au magma fluide sous forme de lave accompagnée de vapeurs et de matériaux solides arrachés aux parois. Cette théorie, au surplus, s'accorde d'une façon assez frappante avec la répartition géographique des volcans, au long des plissements montagneux qui se dressent en bordure des dépressions océaniques.

D'autres théories font état de conditions différentes, quant à l'intérieur du globe, et s'appuient sur ce fait que les laves de volcans même voisins n'ont pas du tout la même constitution; les manifestations résulteraient alors de l'existence de vastes poches, plus ou moins localisées dans l'écorce et sièges de violentes réactions ou combinaisons chimiques sous l'influence de causes encore mal déterminées. L'intervention des forces radio-actives a été aussi envisagée. Mais dans tous les cas, la mise en train et les alternatives des éruptions volcaniques sont à expliquer aussi; à cet égard, on a cru pouvoir faire état de certaines corrélations qui paraissent bien s'établir entre les phénomènes solaires et diverses perturbations de la vie physique du globe terrestre.

Quoi qu'il en soit de ces appareils, leur activité se traduit par des phénomènes grandioses et des conséquences matérielles d'une importance considérable. Pour mieux en juger considérons par exemple les scories, cendres, laves, ou blocs quelconques vomis par les éruptions. Les scories proviennent de la lave en fusion, c'est-à-dire à l'état liquide et dont la surface projetée par la poussée des gaz se divise en fragments vite durcis au contact de l'air; les cendres au contraire ne procèdent pas d'une trituration de la lave mais de sa pulvérisation suivie de refroidissement rapide: elles sont composées de fragments vitreux extrêmement ténus et de petits cristaux, brisés ou non, de fer oxydulé, de pyroxène, etc. En raison de leur ténuité ces matériaux sont lancés en masse à de très grandes hauteurs, puis entraînés par les vents à plusieurs milliers de kilomètres parfois ou restent un long temps en suspension dans les couches aériennes: à la suite de l'éruption du Krakatoa, en 1883, l'atmosphère entière fut ainsi "salie" pendant environ deux ans.

Un autre témoignage de la puissance éruptive est fourni par la projection de blocs de plusieurs tonnes jusqu'à 2000 et 3000 m de haut. Quant au débit des laves s'épanchant tout d'abord comme la coulée d'une masse en fusion, il peut atteindre d'énormes proportions, et en volume et en extension; cela dépend évidemment de la pente, de l'importance de l'émission et de la liquidité, toutes conditions qui sont susceptibles de modifier la vitesse de l'écoulement, au cours duquel par ailleurs le refroidissement de la masse en ignition, dont la température oscille entre 1000° et 2000°, s'opère plus ou moins rapidement. Citons quelques exemples. Des coulées de laves de l'Etna ont progressé à la vitesse de 1 km en 2 à 3 jours; celles du Maunoa—Loa (Hawaï) ont dépassé 50 km de long sur une largeur de 200 m et une épaisseur de plus de 100 m en certains points.

SEISMES

On a volontiers rattaché les séismes, plus communément appelés tremblements de terre, aux manifestations volcaniques. Il est certain que la violence de celles-ci est capable en certains cas de provoquer de notables secousses du sol environnant; un même effet peut être produit par des tassements, des éboulements profonds provoqués par le travail des eaux. Mais la production de ces sortes d'accidents, d'ailleurs assez localisés, est plutôt rare. Et l'on sait aujourd'hui que les phénomènes catastrophiques sont dus principalement à des causes tectoniques, dont le mécanisme se résume ainsi. Des tensions s'accumulant dans une portion intérieure de l'écorce plus ou moins voisine de la surface, il s'ensuit une rupture qui commence en un point appelé épïcêtre ou foyer; autour de ce point d'ébranlement des effets géologiques se développent presque immédiatement et qui affectent des superficies considérables, de plusieurs milliers de kilomètres carrés parfois. Il s'agit là bien entendu des grandes secousses, mais il en est d'autres de minime importance et qui passeraient inaperçues sans leur reconnaissance à l'aide d'instruments appropriés, ou séismographes, grâce auxquels on enregistre l'ampleur, la direction et le caractère des secousses: pour donner une idée de leur efficacité, rapportons que si l'on compte annuellement, sur toute la surface du globe, environ 5000 secousses plus ou moins ressenties par l'homme (et dont une centaine seulement ont des effets destructeurs) les appareils sensibles en décèlent cent fois autant. Par leur perfectionnement et leur développement, ces moyens d'investigation ont pu apporter des révélations à l'égard des profondeurs du globe terrestre.

Ces révélations sont fournies par l'étude et l'analyse de la propagation des ondes sismiques à partir du point d'ébranlement et qui sont de trois sortes: 1) longitudinales, c'est-à-dire déformant le milieu élastique dans le sens de la propagation; 2) transversales, c'est-à-dire agitant le milieu perpendiculairement à leur direction; 3) superficielles, c'est-à-dire se comportant comme celles qui sont engendrées à la surface de l'eau lorsqu'on y jette une pierre. Ces dernières peuvent, avant de s'amortir, effectuer le tour de la Terre avec une vitesse presque constante de 3500 m par seconde; de plus elles indiquent que l'épïcêtre d'un séisme se trouve voisin de la surface, à une vingtaine de kilomètres tout au plus. Les ondes 1 et 2 se comportent différemment. Elles s'enfoncent dans le globe avec des vitesses moyennes de 7000 et 4000m par seconde respectivement, pour des parcours peu profonds; mais ensuite, ces vitesses augmentent progressivement avec l'éloignement du séisme, et conformément aux lois de propagation dans un milieu dont l'élasticité croît avec la profondeur, comme c'est le cas de la masse terrestre: en vertu de ces lois les ondes se propagent à travers le globe suivant des courbes telles que parties de la surface elles y reviennent en d'autres points plus ou moins éloignés, soit par une trajectoire directement accomplie, soit par une suite de trajectoires résultant d'une ou de plusieurs réflexions à la surface. D'après la distance entre le point de départ et celui d'observation, les caractères des ondes et le temps de leur parcours, il est possible de déduire les chemins qu'elles ont suivis à l'intérieur de la Terre; autrement dit à quelle profondeur elles sont parvenues en raison de l'incurvation des trajectoires accomplies. Or pour les mêmes distances, quelle que soit la portion du globe entrant en jeu dans l'intervalle, les temps de parcours restent les mêmes, c'est-à-dire que les ondes se sont propagées dans les conditions identiques. On

se trouve donc conduit à concevoir la Terre comme formée d'une succession de couches à peu près sphériques et qui conservent les mêmes propriétés en tous leurs points, ces propriétés variant seulement avec la profondeur.

Tiré de "Que sais-je?"

TEMPERATURE INTERNE

Le sol est échauffé par la radiation solaire, mais inégalement suivant l'époque de l'année, le lieu sur la Terre, l'heure de la journée et les conditions atmosphériques. Ces variations ont leur importance maximum à la surface même et vont s'atténuer à mesure que l'on s'adresse à des parties plus profondément situées au-dessous: l'influence des variations diurnes ne se fait guère sentir au delà de 1 m de profondeur, et celle des grandes variations saisonnières cesse vers 20 ou 30 m suivant la nature des terrains. En conséquence, une température uniforme devrait régner dans les couches inférieures. Au contraire, et comme il vient d'être dit, une augmentation progressive se constate à mesure qu'on s'adresse à des points de plus en plus bas. Ainsi un flux de chaleur se propage de l'intérieur vers l'extérieur du globe, mais qui cependant est très variable suivant la nature des portions de l'écorce où se porte l'examen.

On appelle degré géothermique l'accroissement de profondeur qui correspond à une élévation de température de 1° centigrade. Mais cette valeur n'est pas constante, car d'importantes différences se rencontrent d'un point à un autre parfois très voisins: ainsi aux mines d'Anzin, dans les divers puits, on note qu'elle est de 15 à 26 m. Citons encore parmi les autres chiffres trouvés, 7 m 80 à Oberstaten, et 50 m dans les massifs du mont Cenis et du Saint-Gothard. Si nous considérons maintenant la moyenne d'un grand nombre d'observations sur une vaste étendue, on trouve que le degré géothermique est de 31 m 7 pour l'Europe et de 41 m 8 pour les Etats-Unis. Finalement pour l'ensemble du globe on peut admettre 33 m comme valeur moyenne.

D'après ce chiffre et en le supposant constant, on évalue qu'à 100 km de profondeur la température étant de 3000°, les corps les plus réfractaires seraient alors à l'état de fusion, ainsi s'établirait une limite obligatoire de l'écorce solide. Mais il faut remarquer que jusqu'à présent l'observation directe se rapporte seulement aux couches voisines de la surface, et jusqu'à 3 km tout au plus; que déjà de grandes inégalités se rencontrent en même temps que l'accroissement de la température se fait tantôt plus rapide à mesure qu'augmente la profondeur, tantôt se ralentit. Toutes ces anomalies dépendent des propriétés des couches traversées, et aussi de leur teneur en substance radio-actives; ces dernières paraissent jouer un rôle si important que certaines théories le font intervenir pour interpréter d'une manière générale le fait de la chaleur interne de la Terre.

Quoi qu'il en soit, en ce qui concerne les profondeurs situées au delà des limites ayant pu être atteintes, on ne peut faire que des conjectures. Bornons-nous donc à considérer, d'une façon générale, que les couches superficielles forment, sous une épaisseur de l'ordre d'une centaine de kilomètres, une croûte solide au-dessous de laquelle l'état devient tout différent dans les autres couches dont l'existence se trouve plus ou moins bien révélée, et qui seraient constituées de matières superposées par ordre de densité croissante.

Tiré de "Que sais-je?"

CONCLUSIONS

Quoiqu'il en soit, la caractéristique essentielle des bauxites que nous avons étudiées, au point de vue géologique, est de toujours reposer sur un mur calcaire ou dolomitique, et d'être recouvertes également le plus souvent par des formations calcaires; elles se placent donc entre deux épisodes carbonatés. Les auteurs admettent en général qu'elles ont été élaborées durant une période plus ou moins longue d'émersion, vraisemblablement sous un climat tropical chaud et humide, c'est ce climat qui conditionnerait une altération rapide et profonde des roches ou des minéraux désagrégés (oxydations et réductions, hydrolyses) avec destruction des silicates complexes et entraînement, d'une part de l'alumine et du fer, d'autre part de la silice, des bases alcalines et du calcaire.

Il est également admis, ainsi que le rappelle G. Millot (1964) que lorsque les saisons humides sont longues et chaudes, les silicates se trouvent hydrolysés, le quartz même finit par être dissous; c'est sous forme d'ions en solution que sont libérés les constituants, en particulier Si, Al, Fe, Mg, Ca, K et Na. Au cours de la percolation de ces solutions à travers les sols et les terrains, souvent par suite de la migration des nappes aquifères, certains éléments peuvent être retenus surtout Fe, Al et Si. Pendant les saisons sèches le Fe libéré cristallise en oxydes ferriques hydratés (goethite) ou anhydre (hématite), ce qui entraîne la rubéfaction des sols. Al et Si se réorganisent, soit en oxydes d'aluminium hydratés (gibbsite ou boehmite), soit en silicates d'aluminium. Si le drainage est bon, il se forme, au-dessus du niveau de la nappe aquifère, de préférence des hydroxydes d'Al et au niveau de la nappe et en dessous de celle-ci, de la kaolinite.

Des travaux effectués tout dernièrement sur des roches, ou sur de l'albite, ont montré le rôle important joué par l'intensité plus ou moins grande du lessivage dans le cas de l'altération des feldspaths; les conditions expérimentales ne sont pas celles de la surface (température de 100 ou 200° en présence de CO² sous pression) mais des expériences réalisées à des températures inférieures permettent de penser que les résultats peuvent être extrapolés jusqu'à la température ambiante. Si le lessivage est intense, les éléments alcalins et la silice sont mis en solution et éliminés alors que le résidu purement alumineux cristallise en boehmite. Si la solution est moins fréquemment renouvelée, de la silice s'associe à l'alumine et il y a formation à la fois de kaolinite et de boehmite; si le drainage est encore moindre, la kaolinite cristallise seule et la silice précipite sous forme amorphe.

Avant d'aborder le schéma que nous proposons pour expliquer la genèse des bauxites, rappelons l'essentiel des caractéristiques minéralogiques de ces roches.

Contrairement aux idées assez généralement admises, les bauxites sont formées entièrement par des produits cristallisés. Il s'agit de minéraux cryptocristallins qui ne peuvent être identifiés qu'exceptionnellement à l'aide de l'examen microscopique, mais qui sont reconnus assez aisément par l'utilisation simultanée d'une série de techniques. En particulier, l'emploi des méthodes thermiques a montré l'absence de l'eau faiblement liée se dégageant à basse température, au-dessous de 200°; cette eau, qui pourrait être attribuée à des gels, n'a pas été mise en évidence. Il n'existe donc, dans ces roches,

aucun gel aluminoferrique. D'autre part, la goethite n'a jamais été observée en tant que constituant essentiel. Le seul minéral uniquement ferrifère est à l'état anhydre, il s'agit de l'hématite; cette dernière, lorsqu'elle est divisée en très fines particules, peut colorer en rouge les hydroxydes d'aluminium et la kaolinite; cependant, le plus souvent, la présence de ce minéral se traduit par des teintes brun chocolat, plus ou moins foncées, quelquefois presque noires. La couleur rouge des bauxites étudiées est, dans la majeure partie des cas, due à la présence de la boehmite ferrifère. En effet c'est au cours de la formation même de la roche que la précipitation de l'alumine sous forme d'hydroxydes, boehmite ou diaspore, a entraîné simultanément celle de la plus grande partie du fer, qui, comme nous l'avons vu, fait partie du réseau. Il semble donc que les conditions de formation des bauxites soient celles-là même de la précipitation des hydroxydes d'aluminium.

Si maintenant nous examinons la texture des bauxites, nous remarquons qu'elles montrent, dans la presque totalité des cas, des pisolites reliés par une pâte. Il arrive que les deux milieux soient représentés par la boehmite, celle des concrétions étant plus riche en fer que celle de la pâte. On note aussi souvent que les pisolites contiennent de l'hématite alors que le ciment peut en être dépourvu. Par contre, la kaolinite, lorsqu'elle est présente, se localise le plus généralement dans la pâte. Rappelons que nous n'avons rencontré ni quartz, ni corindon dans les échantillons étudiés.

D'autre part, l'homogénéité de la pâte s'oppose fréquemment à l'hétérogénéité des concrétions. Celles-ci peuvent être constituées par une succession d'enveloppes de nature minéralogique différente; ainsi on observe un noyau formé par l'association de boehmite et de diaspore ferrifères, puis des zones à boehmite, pouvant parfois s'associer à la kaolinite, ou d'autres zones plus riches en hématite; des fractures ou des fissures apparaissent comblées par des cristallisations ultérieures de gibbsite ou de diaspore, le tout étant extrêmement variable d'un pisolite à l'autre. Parfois ceux-ci sont enveloppés d'une coque externe très mince de kaolinite qui donne aux concrétions une couleur blanche superficielle: le pisolite rouge à enveloppe blanche se situe le plus souvent dans une pâte formée de boehmite et de kaolinite; c'est quelquefois une coque brun noirâtre en hématite qui recouvre la concrétion.

Si l'étude des bauxites elles-mêmes nous livre certains aspects des processus de leur genèse les conditions dans lesquelles s'opère le contact avec les roches sous-jacentes paraissent également riches en enseignement. Nous avons en effet constaté que le mur pouvait être formé soit par des calcaires, soit par des calcaires magnésiens. Il ne s'agit pas toujours, comme on le dit souvent, d'un soubassement dolomitique à proprement parler, mais souvent d'un calcaire contenant plus ou moins de dolomie; celle-ci, moins attaquable, résiste à l'altération, et, dans la zone de contact, on observe en fait une sorte de sable constituée par des grains de dolomie cimentés par de la kaolinite, que l'on peut probablement considérer comme résiduelle, provenant de l'attaque des calcaires. La zone sableuse du contact mur bauxite, parfois blanche ou blanc rosé, parfois rouge franc, est dans la plupart des cas de faible épaisseur, quelques centimètres ou même moins, mais la zone de pénétration kaolinito-ferrique dans le substratum peut atteindre en certains points comme à Mazaugues, une profondeur de plusieurs mètres. Aucune des théories précédemment évoquées pour la genèse des bauxites ne tient compte ni des données minéralogiques, ni des caractères de structure que nous venons de rappeler.

Aussi, en utilisant nos observations et en les rapprochant d'expériences réalisées au laboratoire, nous a-t-il semblé nécessaire de proposer une nouvelle hypothèse, minéralogiquement plus conforme aux faits.

Il est vraisemblable qu'à la base des masses bauxitiques donc au sommet du mur émergé et s'altérant peu à peu, il s'est primitivement réalisé une zone de décalcification, d'épaisseur variable et certainement irrégulière; en effet ces bancs calcaires se sont creusés, devenant karstiques, présentant des effondrements, et une partie des matériaux d'altération de la surface s'est trouvée entraînée dans des dépressions, soit par des forces mécaniques (éboulements), soit par les pluies (coulées de boues), le tout sensiblement sur place. Cette zone de décalcification autochtone, argileuse, a pu être ou non rubéfiée, selon les conditions locales du climat permettant ou non la précipitation du fer ferrique. Mais, vu le climat tropical humide qui régnait à cette époque d'émersion, il est non moins vraisemblable que sont apparus en de nombreux points des produits latéritiques couvrant probablement de larges surfaces.

Le lessivage de ces produits par des eaux riches en matières organiques dont le *pH* était bas a fourni des solutions contenant des ions Al et Fe. Ce phénomène est fréquent sous les climats tropicaux; actuellement encore, on trouve en Guyane des eaux bleutées, riches en alumine, dont le *pH* est voisin de 4. Ces solutions, dans leur migration vers les nappes, ont apporté dans les régions karstiques les éléments nécessaires à la formation des bauxites: tout d'abord, en arrivant dans les poches creusées dans les calcaires, leur *pH* s'est élevé brusquement au contact des carbonates. Or nous avons constaté au laboratoire que, dans de telles conditions, il se forme de la boehmite; le fer suit l'aluminium, et ce dernier lui impose la structure de son hydroxyde; l'une de nous a ainsi obtenu des mixtes de synthèse qui étaient identiques à la boehmite ferrifère trouvée dans nos échantillons. Ainsi d'après cette théorie, les bauxites seraient fondamentalement des roches de précipitation chimique, les parties rouges foncées correspondant à des solutions riches en fer, les parties claires à des apports moins ferrifères. L'association de l'hématite aux boehmites ferrifères s'explique également, toujours sur la base des essais expérimentaux. Nous savons en effet que ce minéral a pu être obtenu par précipitation de solutions aqueuses à la température ordinaire, à l'air libre et après un faible vieillissement, de l'ordre de huit jours à 80°. Ces conditions sont facilement réalisées sous climat tropical. Or hématite et boehmite sont en fait les deux constituants les plus constants des bauxites du midi de la France.

Selon toute vraisemblance, au moment de la précipitation, le mixte hydroxyde (Al + Fe) était à l'état de gel, mais ces formations amorphes n'ont été que transitoires, le vieillissement amenant la cristallisation; ceci explique que les roches actuelles ne présentent plus trace des "gels aluminoferriques" signalés par beaucoup d'auteurs. De plus, si nous avons mis en évidence la boehmite et le diaspore ferrifères, il n'est pas impossible qu'il se soit également précipité des hématites légèrement alumineuses, puisqu'il s'en forme par synthèse, mais celles-ci sont difficiles à caractériser en tant que telles; toutefois leur présence pourrait expliquer un léger excès d'aluminium difficile à interpréter dans les reconstitutions minéralogiques virtuelles.

L'étude détaillée des pisolites nous a montré que, dans bien des cas, un seul d'entre eux pouvait être formé par un mélange de boehmite et de diaspore, ferrifère ou non; on peut même y observer de la gibbsite: cette dernière ne cristallise pas forcément dans des

fissures postérieures au dépôt primitif; c'est souvent du diaspore pur qui apparaît dans ces fractures. Il semble d'ailleurs que le diaspore ferrifère soit toujours uni à une certaine proportion, plus ou moins importante, de boehmite. Or, d'après ce que l'on sait des conditions de précipitation des trois hydroxydes, ils devraient se former dans des milieux très différents. Dans le cas des pisolites zonés, on peut penser que, d'une pellicule à l'autre, les conditions se sont modifiées.

Quoiqu'il en soit, l'ensemble évolue sur place, au fur et à mesure des apports de solutions, donnant naissance aux pisolites d'abord, avec ou sans leurs zones diverses, au ciment ensuite. Ce sont les conditions physicochimiques du milieu qui ont imposé la nature minéralogique de ces roches; autrement dit, à part des remaniements mécaniques, ces formations présenteraient encore actuellement la plupart des caractères essentiels qu'elles possédaient lors de leur mise en place.

Par ailleurs, de même que dans le cas des minerais de fer, les hydroxydes de fer étaient susceptibles de faciliter l'apparition des oolithes. Il semble que les hydroxydes d'aluminium se montrent favorables au développement des concrétions. On a en effet constaté qu'une roche formée de boehmite (échantillon du Thoronet) était pisolitique à toute échelle, la "pâte" n'étant elle-même qu'un assemblage de très petits pisolites; par contre (échantillon de Cabasse), une roche rougeâtre formée de kaolinite colorée par de l'hématite s'est montrée dépourvue de concrétions. Cependant la règle n'est pas absolue: quelques bauxites boehmitiques "denses" de l'Hérault sont peu pisolitiques.

Donc, comme les minerais de fer, les bauxites proviendraient d'une précipitation chimique à partir d'ions en solution venant de plus ou moins loin, leur composition minéralogique reflétant les conditions du milieu de formation: milieu en général oxydant dont le *pH* est élevé.

En certaines régions, cependant, il est possible que le dépôt s'effectue dans des zones peut-être plus profondes, à l'abri de l'air, et dans un milieu encombré de débris organiques (principalement végétaux); là, le potentiel d'oxydoréduction est négatif et dans ces conditions il se forme des composés ferreux: tel serait le cas pour des bauxites de l'Ariège, en particulier à Durban et à Péreille; ces roches grises, riches en pyrite, montrent à leur partie supérieure des produits charbonneux et sont d'ailleurs, au toit, recouvertes de couches de lignite.

En ce qui concerne les silicates, il semble que les conditions de milieu précédemment envisagés — *pH brusquement* élevé au contact des carbonates — ne soient pas susceptibles de donner des néoformations de type kaolinite. Celle-ci ne se déposerait, localement, à certaines périodes (pisolites), ou dans tout l'ensemble en fin de cycle (pour former les pâtes), que dans des conditions autres: c'est-à-dire à partir des solutions enrichies en silice et dans un milieu où le pH resterait bas, tout au moins où il ne subirait plus une élévation brusque, les solutions n'arrivant pas en contact direct avec les calcaires du mur, vu l'accumulation des matières bauxitiques déjà formées et dans un milieu où le drainage est faible.

En conséquence des faits décrits et des expériences réalisées au laboratoire nous pouvons essayer de retracer de la façon suivante l'histoire des bauxites du midi de la France, en séparant, pour la commodité de l'exposé, des phénomènes qui ont dû s'interpénétrer et se répéter au cours de la longue durée de la période d'émersion et d'érosion.

A. —1° Formation, à la surface des calcaires, d'une certaine masse d'argiles de décalcification, autochtones ou parautochtones (par suite des effondrements de karsts entraînant des éboulements).

2° Possibilité d'arrivée sur ces argiles de décalcification, à la suite de bouleversements de terrains (effondrement de cuirasses, glissements divers), de produits latéritiques et de "terra rossa" provenant d'un horizon supérieur, plus ou moins voisin. Il est possible également que les vents aient pu contribuer à la formation du matériau primitif par l'apport de poussières très fines venant de plus loin encore.

B.— Sur cet ensemble, deux processus essentiels ont pu jouer:

D'une part, dans un horizon donné, stable pendant une certaine période, les modifications saisonnières du niveau des nappes aquifères vers lesquelles percolent les solutions apportant les ions Si, Al et Fe déterminent, suivant l'intensité du drainage, la proximité de la nappe et la valeur du pH , des variations dans la nature des précipitations chimiques. D'une façon générale, au-dessus du niveau de la nappe, si le pH peut s'élever brusquement les hydroxydes d'aluminium précipitent sous forme de concrétions, entraînant tout ou partie du fer. Lorsque la masse plus ou moins boueuse se trouve au niveau de la nappe, le lessivage est plus faible, le pH reste bas, la kaolinite a tendance à apparaître.

D'autre part, par suite de l'effondrement du fond des karsts, bouleversant l'horizon où s'effectue la bauxitisation, des modifications brutales entraînent un mélange et un brassage de tous les éléments (d'où l'aspect bréchique de certaines bauxites). Dans cette masse plus ou moins pâteuse, continuent à arriver de nouvelles solutions chargées d'ions qui précipitent à leur tour, reprenant des pisolites anciens qui acquièrent une structure zonée et en formant de nouveaux: c'est ainsi que l'on peut expliquer les mélanges si fréquents d'hydroxydes divers associés dans une même concrétion et c'est ainsi que l'on voit des concrétions voisines présenter de grandes variations dans leur composition chimique et leur texture. Des épisodes silicatés ou ferrugineux peuvent aboutir à l'enroulement des pisolites dans une coque de kaolinite ou d'hématite, l'ensemble étant englobé dans un ciment d'une autre nature.

Dans la plupart des cas, il semble que des conditions favorables à la précipitation massive de la kaolinite aient terminé le cycle, le silicate étant le plus souvent l'élément essentiel des "pâtes". Notons qu'elles sont d'autant plus ferrugineuses que l'on se trouve plus au fond de la poche ou plus près du mur. C'est également en ces points que l'on observe les concentrations de manganèse.

L'ensemble de ces processus explique la zone kaolinique toujours présente au contact bauxite calcaire; elle serait un résidu des argiles de décalcifications primitives, plus ou moins remaniées sur place.

Quant à l'épisode silicate que l'on observe au toit d'un grand nombre de gisements, le plus souvent peu ou pas ferrifère, il serait de néogène, indiquant la fin des conditions de bauxitisation, en particulier la diminution des apports d'ions Al et surtout d'ions Fe, allant de pair avec un affaiblissement du drainage.

Ces périodes de précipitation suivies de remaniements ont pu être séparées dans le temps ou chevaucher, et les deux processus ont vraisemblablement alterné de nombreuses fois au cours de l'histoire des bauxites, d'où l'hétérogénéité extraordinaire de certains échantillons, tout ceci d'une façon très variable suivant les gisements.

En résumé, la structure et la composition minéralogique des bauxites de France, que nous envisageons comme essentiellement des roches de précipitation, reflètent les conditions du milieu générateur; elles présentent encore à l'heure actuelle, nous semble-t-il, la plupart des caractères qu'elles possédaient lors de leur mise en place.

Ce schéma, basé sur les données de l'expérience, rend compte à la fois des faits observés in situ et des synthèses réalisées au laboratoire. Il permet de reconstituer d'une façon simple les modalités essentielles de la genèse de ces formations.

Tiré de "Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle"

Навчальне видання

Танкіна Інна Олексіївна

Географія та геологія Франції

Відповідальний за випуск: І. В. Тепляков
Редактор: І. Ю. Агаркова
Коректор: О. В. Гавриленко

Підписано до друку Формат 60x84/16 Ум.-друк.арк. 2,79
Обл.-вид. арк. 3,0 Тираж 50 прим. Ціна договірна

61077, Харків-77, пл. Свободи,4 , Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна, організаційно-видавничий відділ НМЦ.
