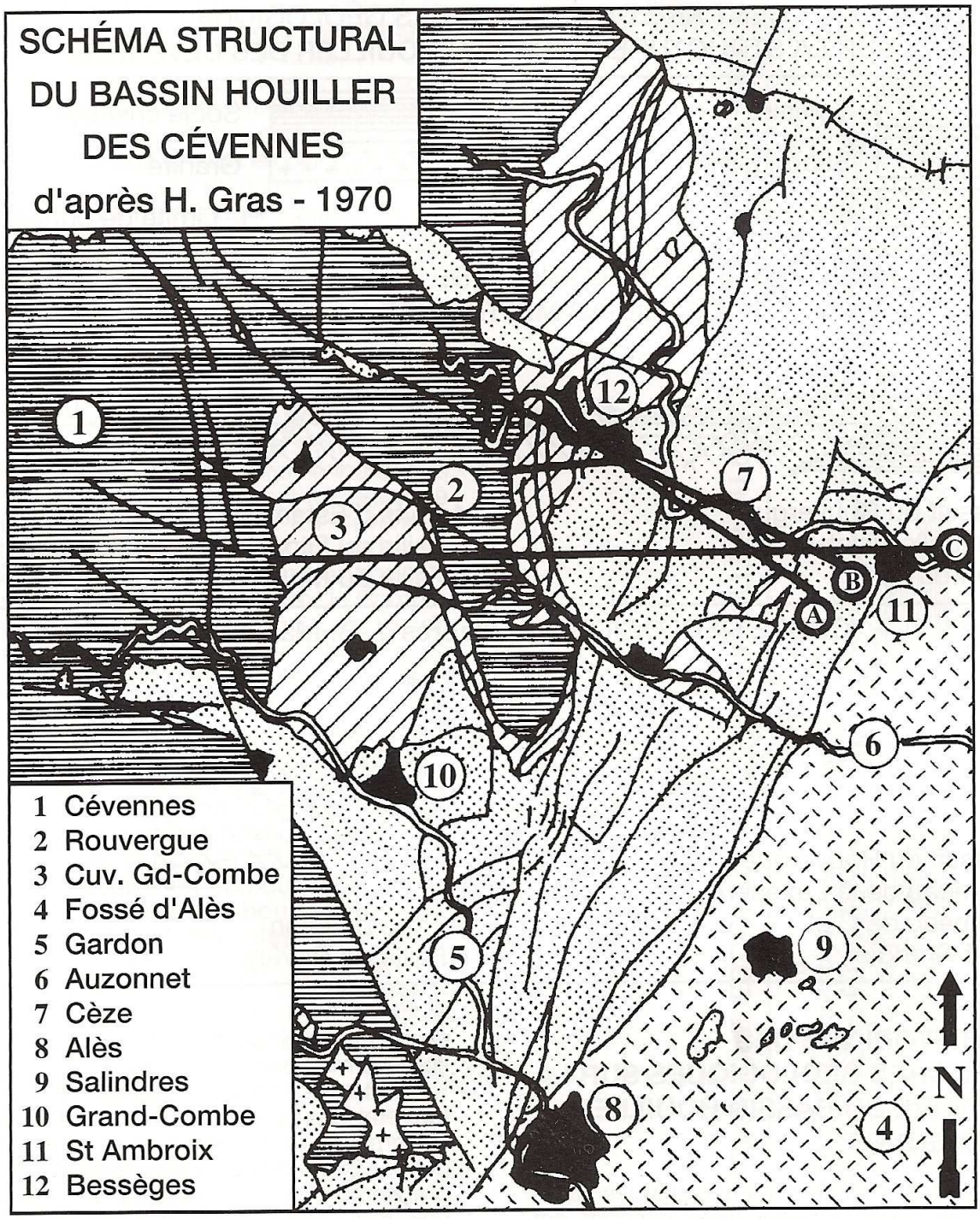
LE BASSIN HOUILLER DES CÉVENNES

par Paul GOBILLOT

Dessins exécutés à la plume par l'auteur d'après les pièces de sa collection.



La houille cévenole est utilisée et exploitée depuis plus de sept cents ans. C'est à la fin du XVIIe siècle que la géologie en temps que science de la Terre commence à se structurer. Le XVIIIe puis le XIXe siècles voient croître les besoins énergétiques. Il en découle la nécessité de produire plus de houille. Petit à petit se forge l'idée qu'une connaissance approfondie de la structure du bassin houiller permettrait de mieux l'exploiter...

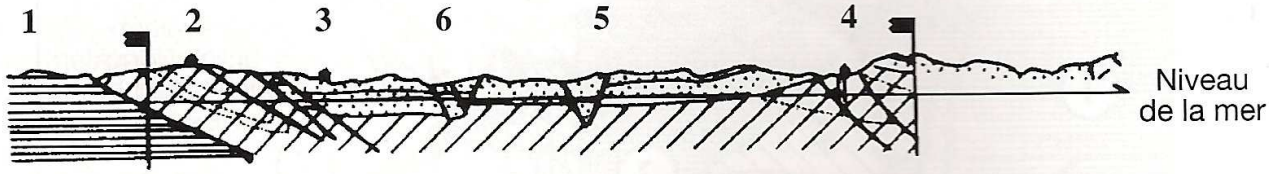
A l'origine de ces extraordinaires gisements de houille cévenole qui se sont formés de la fin du Westphalien jusqu'au milieu du Stéphanien, se trouvaient des milieux très particuliers. On donne souvent une image très synthétique de ces écosystèmes. L'originalité de cette approche est qu'elle est basée sur des échantillonnages récents de fossiles et de roches. Elle permet une approche assez fine de ces milieux carbonifères de la bordure sous-cévenole.

Les dessins et les planches ont été réalisés à partir de pièces inédites récoltées sur les crassiers du bassin houiller cévenol.

CENT ANS DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES SUR LA STRUCTURE DU BASSIN HOUILLER DES CÉVENNES

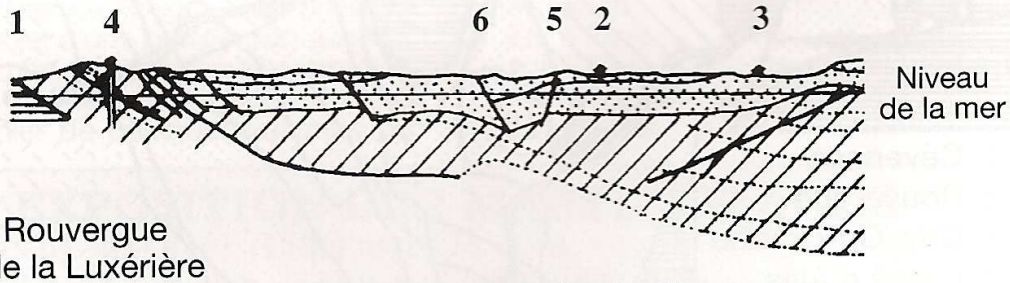
Tertiaire
Secondaire
Stéphanien inf. moyen
Socle cristallin
Granite
Faille
Limite de concession

COUPE GÉOLOGIQUE DE LA CONCESSION DE ROBIAC MEYRANNES (A) - 1878



1 Massif du Rouvergue
2 Chapelle Saint-Laurent
3 Conroc
4 Puits d'Estampes
5 Faille du Filon
6 Faille du Moulinas

COUPE GÉOLOGIQUE (B) d'après J.-B. Marsaut - 1914



1 Massif du Rouvergue
2 Hameau de la Luxérière
3 Hameau de Clet
4 Puit Grangier
5 Faille du Filon
6 Faille de Revêty

PETIT HISTORIQUE DES RECHERCHES GÉOLOGIQUES SUR LA STRUCTURE DU BASSIN HOUILLER DES CÉVENNES

L'histoire des recherches géologiques sur la structure du bassin houiller des Cévennes est intimement mêlée à l'industrialisation de l'exploitation du charbon. Les connaissances actuelles dans ce domaine résultent d'importants travaux d'observation et de recherche commencés il y a environ cent cinquante ans avec la modernisation des méthodes d'extraction.

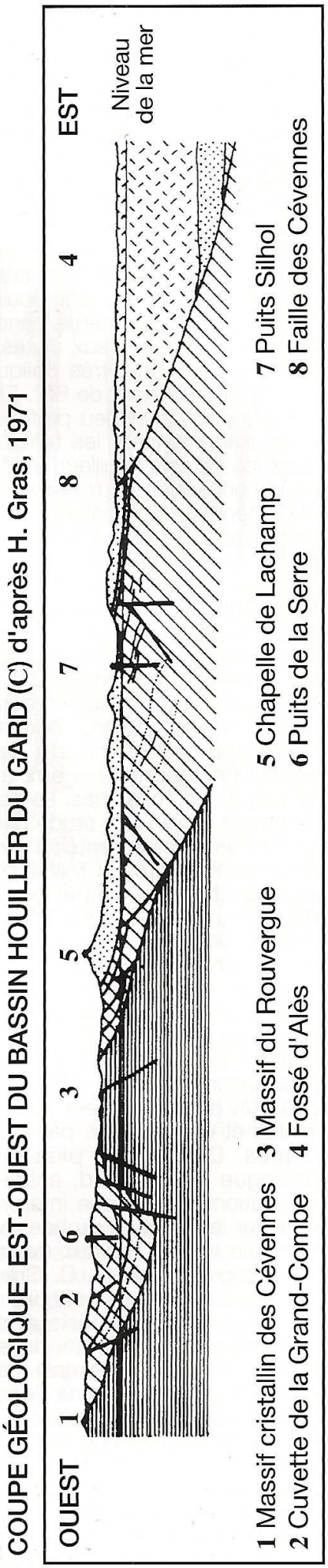
Des actes officiels des XIIIe et XIVe siècles font état de l'exploitation par les propriétaires et les fermiers de la « terre noire » à Cendras, près d'Alès. Ces premiers mineurs se contentent de pratiquer des excavations dans les couches de houille à l'affleurement, leur production satisfaisant aux besoins des forges et des fours à chaux. Pendant quatre siècles, ce travail anarchique permet de couvrir la demande énergétique de la région. A ces époques reculées, la

géologie ne constitue pas une véritable science, cette notion désignant tout ce qui est « terrestre » en opposition au « divin ».

Il faut attendre la fin du XVIIe siècle pour assister aux premières tentatives de réglementation des exploitations minières par Louis XIV. Parallèlement des hommes de science publient de véritables ouvrages de géologie. En 1669, le Hollandais Sténon énonce les règles élémentaires de la stratigraphie : « Toutes les couches rocheuses proviennent de la sédimentation en milieu marin d'éléments minéraux ou organiques. Chaque couche est plus récente que celle qu'elle recouvre et plus ancienne que celle située immédiatement au dessus. Au départ les sédiments se déposent en couches horizontales qui peuvent être inclinées par la suite... ». Ces travaux sont sous-tendus par la reconnaissance des fossiles comme traces d'êtres vivants ayant vécu au moment du dépôt des sédiments.

Le XVIIIe siècle voit la mise en place de toute une industrie minière qui préfigure les grandes exploitations des temps modernes. On creuse des puits à partir desquels des galeries permettent d'atteindre les tailles... Les progrès de la géologie sont certains mais les aventuriers qui se lancent dans la recherche des richesses minières du sous-sol sont le plus souvent ignorants de cette science nouvelle.

A la fin de ce siècle, en Grande-Bretagne, et au début du suivant en Europe continentale, on assiste au remplacement des activités artisanales traditionnelles par de l'industrie lourde. Le charbon est la source énergétique nécessaire à cette « révolution industrielle ». En Cévennes des notables fortunés et influents se partagent les concessions et créent les premières sociétés houillères. Dans la vallée du Gardon, la Compagnie des Mines de la Grand-Combe et dans la vallée de la Cèze la Compagnie Houillère de Bessèges s'attachent des hommes de grande valeur comme Léon Talabot, Ferdinand Chalmeton et bien d'autres. Sous leur impulsion des voies de chemin de fer sont créées pour desservir les lieux de production. La commercialisation à grande échelle devient possible, de nombreux particuliers s'équipent de poêles et de fourneaux à charbon, la marine militaire préalablement approvisionnée en combustible anglais devient autonome avec la houille cévenole. Parallèlement, l'évolution des techniques d'exploitation permet une meilleure rentabilisation des gisements. A l'aube du XXe siècle la production globale du bassin des Cévennes avoisine le million de tonnes par an. La demande énergétique à la hausse pousse les dirigeants des compagnies houillères à rechercher en profondeur de nouveaux filons. Dans ce contexte, un élément déconcerte les géologues : les couches de charbon souvent inclinées disparaissent brutalement en se rebroussant dans des terrains stériles tourmentés et faillés. La structure et la genèse du bassin étant totalement inconnues, il est impossible de prévoir dans quel secteur géographique et à quel niveau les recherches doivent être entreprises



pour retrouver une couche de houille. En 1878, à l'occasion de l'Exposition Universelle de Paris, la Compagnie Houillère de Bessèges publie une « Notice » dans laquelle sont présentées une carte et une coupe géologique de la concession de Robiac-Meyranne. L'étude de ce document est très révélatrice des conceptions géologiques de l'époque. Il faut noter que les puits de mine n'atteignent pas 400 m de profondeur ce qui limite les repérages précis, laissant une trop grande part aux déductions. Ainsi, on peut voir qu'à l'ouest, le massif cristallin du Rouvergue s'ennoie sous les terrains houillers fracturés par trois accidents de même pendage, 38°, que le contact entre ces deux unités. Plus à l'est, les failles du filon sont très obliques et opposées, leur inclinaison étant de 80°. Elles délimitent des bandes étroites et peu profondes, en forme de coins qui enfoncent les terrains du Secondaire dans les terrains houillers. Vers la limite orientale de la concession deux failles de même direction et de pendage légèrement plus important que les premières (50°) fracturent et décalent les veines de houille entre les différents compartiments.

Au-delà de la limite administrative de l'exploitation aucune interprétation structurale n'est faite du relevé de surface. Il ressort de ce document qu'en dehors de la discordance entre les unités sédimentaires du Primaire et du Secondaire, l'interprétation des accidents tectoniques se limite à des mouvements verticaux. Cette approche simpliste de la structure du bassin ne répond pas aux attentes des dirigeants des compagnies. Le besoin se fait sentir de mener à bien une étude géologique complète du bassin sédimentaire. Ainsi, en 1882, les Sociétés Houillères et Métallurgiques de l'arrondissement d'Alais font appel à R. Zeiller, ingénieur au Corps des Mines et à M. C. Grand'Eury, membre de l'Institut. Finalement, ce dernier se charge seul de l'étude paléontologique et stratigraphique du secteur. Ce travail aboutit à la publication d'un mémoire en 1885, puis d'un livre en 1890. Là, à partir de la description des végétaux fossiles ainsi que de leurs associations dans les différentes strates, il propose un positionnement pour les couches disjointes et démantelées par les accidents tectoniques. Dix années plus tard, en 1900, le géologue M. Bertrand, animé par les mêmes motivations donne une interprétation très nouvelle sur la structure du bassin ; pour ce faire, il s'appuie sur les travaux de paléobotanique et de stratigraphie de M. C. Grand'Eury ainsi que sur ses propres observations du bassin et sur ses recherches antérieures concernant le « charriage du Bausset » dans les Bouches du Rhône. Son idée est simple mais révolutionnaire pour les conceptions de l'époque. Les principales failles qui perturbent la stratigraphie du bassin ne seraient que la résultante d'un énorme charriage horizontal ayant déplacé sur plusieurs kilomètres des niveaux anciens situés à l'est pour les amener sur des strates plus récentes situées à l'ouest. Ces théories sur les déplacements horizontaux sont loin de faire l'unanimité dans la communauté scientifique. En 1914, J.-B. Marsaut, alors directeur de la Compagnie Houillère de Bessèges réalise une « Etude géologique sur le bassin houiller du Gard ». Là, tout en reconnaissant la qualité des recherches de M. C. Grand'Eury et de M. Bertrand, il n'admet pas leurs interprétations et propose sa propre vision de la genèse du bassin. Par exemple, il explique l'absence de certaines couches entre Molières et Bessèges non pas à cause d'un déplacement horizontal mais en raison d'une intense érosion marine anté-triasique. Son analyse est basée sur les quarante cinq coupes géologiques du bassin réalisées à partir de travaux des ingénieurs de la compagnie et rassemblés dans l'atlas de son ouvrage. Si on compare la coupe n° 40 (B) qui passe dans le même secteur que celle réalisée en 1878, on est frappé par leur grande similitude d'aspect. Quelques différences marquent cependant l'amorce d'une évolution des conceptions géologiques. La prolongation à l'horizontale d'une faille en bordure du massif du Rouvergue, l'ouverture du « coin » formé par les failles du filon au centre de la coupe, l'orientation dans la direction opposée de la faille en bordure est de la concession... en sont la preuve.

Les discussions sur l'interprétation de la structure du bassin houiller des Cévennes sont loin d'être terminées. Malgré les guerres, les luttes sociales, la nationalisation en 1946, les Compagnies Houillères puis Charbonnage de France vont toujours favoriser les études géologiques et paléontologiques. Ces travaux ont pour objectif de définir avec précision la structure du bassin et sa genèse dans le but d'aboutir à une meilleure rentabilisation des moyens mécaniques modernes d'extraction. Il faut citer en paléobotanique les recherches de P. Bertrand en 1920 où il définit sept zones floristiques caractérisées chacune par une association d'espèces. Des études plus récentes viennent compléter et préciser cette base toujours admise comme référence. En ce qui concerne les problèmes structuraux et tectoniques, plusieurs auteurs ont réalisé des études d'ensemble du bassin : G. Livet en 1943, P. Pruvost en 1950, J. Louis en 1954. Enfin, H. Gras en 1970 donne une synthèse géologique complète. Le schéma structural et la coupe géologique (C) présentés ici sont adaptés de ce travail. On peut en retenir les éléments suivants. Le bassin houiller s'appuie à l'ouest sur les schistes cristallins du pays cévenol, à l'est il est recouvert par des formations plus récentes. Des sondages ont reconnu son existence au-delà de la faille des Cévennes, vers 1500 m de profondeur. Le socle cristallin présente un éperon très marqué, le Rouvergue. A l'ouest de ce massif, le Carbonifère occupe une dépression fermée : la cuvette de la Grand-Combe, profonde de 1200 m. A l'est, il occupe une vaste dépression ouverte aux limites inconnues. Le bassin houiller du Gard est d'âge stéphanien inférieur et moyen. Il est formé par plus de 5000 m de sédiments gréso-conglomératiques ou schisteux et 120 couches de

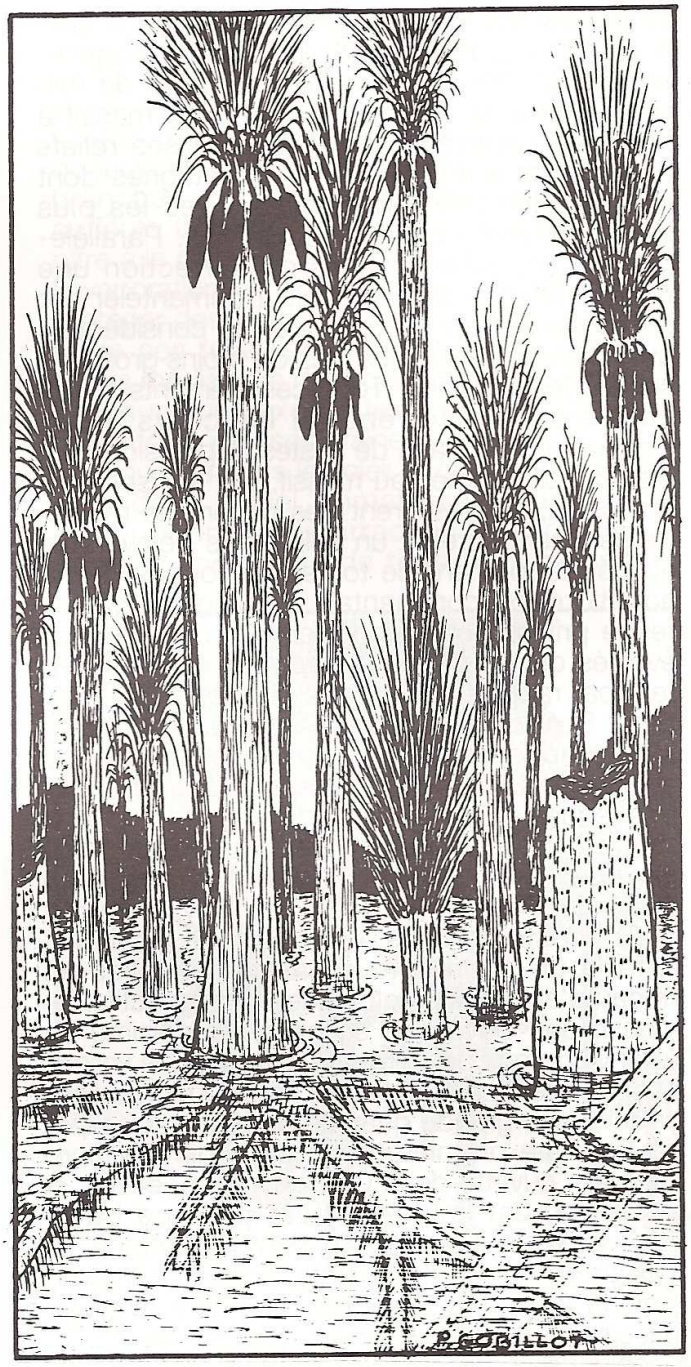
charbon allant de 0,30 à 15 m d'épaisseur. Il est divisé en sept zones en fonction des flores qu'il contient, zones numérotées de 1 à 7 dans l'ordre des dépôts. Sur toute l'étendue de la cuvette d'Alès, la succession normale des couches est bouleversée par des chevauchements complexes qui résultent de quatre grands charriages successifs. Ces mouvements tectoniques ont eu lieu après le Stéphanien moyen et avant le Trias. Ces chevauchements se sont exercés d'est-sud-est à ouest-nord-ouest. Ils sont accompagnés de déformations importantes des couches. Cette tectonique violente est la cause des fortes teneurs en grisou et en gaz carbonique des gisements du bassin cévenol.

Clin d'œil à la vanité des Hommes, c'est entre 1970 et 1985 que les scientifiques sont arrivés à appréhender la structure du bassin houiller et à en décrire sa genèse... C'est dans cette même période que petit à petit tous les puits des vallées de la Cèze, de l'Auzonnet et du Gardon ont été fermés. Un siècle s'est écoulé depuis que les sociétés minières ont décidé les premières grandes études géologiques dans le but de définir la structure du bassin et donc de mieux l'exploiter... Cent ans de labeur difficile mais aussi de richesse pour toute une région, cent ans de souffrances mais aussi d'attachement à la « terre noire », cent ans pour arriver au but fixé et là, tout s'arrête, le bassin étant en partie épuisé par une exploitation trop intense.

APPROCHE DES ÉCOSYSTÈMES CARBONIFÈRES DE LA BORDURE SOUS-CÉVENOLE

Qui devant des fossiles n'a pas laissé son imagination vagabonder, redonnant forme et vie à ces restes pétrifiés ? Pendant des millions d'années le linceul de sédiments où ces êtres avaient été enfouis s'est transformé scellant dans la pierre les plus fins détails de leur structure. Aujourd'hui les roches nous livrent ces empreintes exceptionnelles, origine de notre réflexion.

Dans cette région du bassin houiller du Gard, le promeneur, géologue ou néophyte, pouvait assez facilement, sur tel ou tel crassier non encore colonisé par la végétation, récolter des fragments de « fougères » fossiles. Les années passant, ces restes se sont effrités. Ils sont devenus les syllabes des mots de l'histoire géologique de la région. Actuellement, vouloir recréer les paysages de l'époque houillère à partir de ces éléments reviendrait à reconstituer un livre dont les pages auraient été arrachées, découpées en petits fragments et dont une partie aurait été détruite avant que les morceaux soient bien mélangés. Les choses étaient plus aisées au début du siècle lorsque les géologues cherchaient à élucider les problèmes de la structure du bassin. Les méthodes d'extraction du charbon, manuelles ou semi-mécaniques, permettaient de mettre au jour des végétaux fossiles de grande taille montrant les relations anatomiques entre les racines, les tiges et les



Des eaux glauques, riches en limon, recouvrent sur une faible épaisseur les sédiments où croissent des Lycopodes arborescents.

feuilles. D'autre part, le positionnement stratigraphique et les associations d'espèces étaient alors observables. C'est donc à partir de ces travaux anciens ainsi que des échantillons récoltés sur ces montagnes artificielles, fruit du labeur des mineurs, qu'il est possible de remonter le temps et d'imaginer les paysages et les événements naturels qui ont présidé à la formation du bassin houiller du Gard.

Notre histoire commence il y a environ 400 millions d'années. La paléogéographie mondiale était bien différente de l'actuelle. L'emplacement de notre future France se situait sous des latitudes tropicales. Là, un vaste territoire allongé dans la direction sud-ouest — nord-est était

bordé par des mers primitives. Dans ce contexte se mit en place ce que l'on appelle l'orogenèse hercynienne qui dura une centaine de millions d'années. Peu à peu, ce vieux massif a subi des poussées qui rajeunirent ses reliefs aboutissant à une chaîne de montagnes dont les altitudes devaient rivaliser avec les plus hauts sommets connus aujourd'hui. Parallèlement à ces phénomènes de surrection une intense érosion commençait à démanteler cet ensemble produisant une quantité considérable de matériaux détritiques plus ou moins grossiers suivant les périodes. Tous ces éléments transportés par les torrents et les cours d'eau s'accumulèrent dans de vastes dépressions qui étaient soit internes au massif, soit sur ses bordures. Là, s'entassèrent des milliers de mètres de sédiments créant un milieu très défavorable au développement de toutes les formes de vie aquatique ou continentale. La végétation terrestre prit un essor considérable, des groupes évolués du type Préspermaphytes se diversifièrent par rapport aux formes plus archaïques du type Ptéridophytes. Ces transformations s'accompagnèrent du gigantisme de certains qui par la suite ne persistèrent qu'à une échelle très réduite.

Le bassin houiller du Gard prend sa place dans cet environnement. A la fin du Westphalien et au début du Stéphanien, soit il y a environ 300 millions d'années, le vieux socle érodé est entaillé de sillons et de bassins installés au niveau d'accidents tectoniques encore actifs. Le massif des Cévennes se présente comme un relief vigoureux de moyenne altitude, des vallées entrecoupent ses pentes où l'érosion torrentielle arrache une grande quantité de matériaux détritiques. Une première zone de sédimentation, l'actuelle cuvette de la Grand-Combe, étroite et allongée, est limitée à l'est par une barre rocheuse assez élevée, aux pentes abruptes : le massif du Rouvergue. Cette petite dépression s'ouvre au sud, par un seuil étroit, sur un vaste bassin aux limites inconnues : la cuvette d'Alès, principal lieu d'accumulation des sables et des argiles provenant de l'abrasion du massif. Cet état se perpétue pendant des millions d'années permettant le dépôt d'une épaisseur considérable de sédiments détritiques dans le bassin. Pendant les périodes les plus calmes de cette longue étape se développent dans les eaux saumâtres des bancs de petits crustacés, preuve de l'ouverture à l'est et au sud du bassin sur la Téthys primitive. Sur les bordures de ce milieu lagunaire se met en place une maigre végétation de fougères.

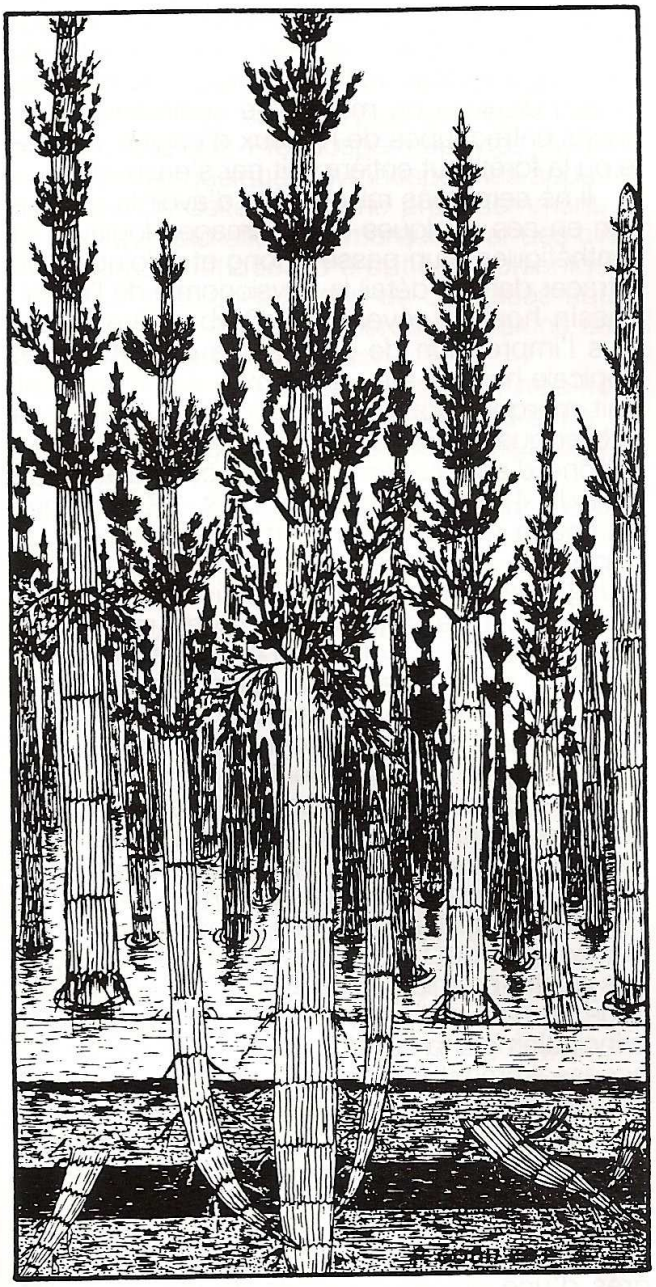
A la suite de cette longue période d'abrasion du massif et de comblement du bassin on assiste au développement extraordinaire de la végétation sur les zones de bordure. La limite entre la terre ferme et l'élément liquide n'est pas nette. Ces eaux glauques, riches en limon, recouvrent sur une faible épaisseur les sédiments où croissent des Lycopodes arborescentes : *Lepidodendron* et surtout *Sigillaria*. Ce sont des sortes de mousses géantes de 20 à 40 m de hauteur. Leurs rhizomes ramifiés recouverts de longues radicelles leur permettent d'avoir une assise stable dans ce sol meuble. Leurs tiges majestueuses présentent des ornementations caractéristiques en losanges ou en bandes longitudinales de cicatrices hexagonales laissées par la chute des feuilles. Ces dernières sont linéaires, plus ou moins longues, disposées en touffes simples ou étalées le long des rameaux ou l'extrémité des axes principaux. La densité de ces troncs est importante, constituant une véritable barrière végétale. Là, s'entremêlent les jeunes pousses en forme de gigantesques pinceaux d'un mètre de diamètre. Elles élèvent vers l'azur du ciel le vert tendre de leurs jeunes feuilles. De ci, de là, quelques vieux troncs à l'écorce rugueuse et brunâtre, brisés à l'occasion d'un orage ou d'une pluie de bombes volcaniques finissent de pourrir, squelettes décharnés aux membres pendants dans la vapeur chaude d'un jour qui se lève... Au détour de quelque anse créée par une surélévation du substratum rocheux, les parties inférieures toujours immergées sous une faible hauteur d'eau, se dressent à la manière des forêts de bambous actuelles une multitude de tiges grêles de Calamites hautes de 10 à 15 m, à la surface finement striée et annelée. A leur sommet s'épanouissent des touffes assez étalées de rameaux qui portent des feuilles en forme d'aiguilles lancéolées ou en rubans, disposées en verticilles plus ou moins serrés. Peu de lumière passe au travers de cet entrelacs végétal ce qui ne permet pas à toutes les espèces de coloniser le sous-bois. Seuls quelques *Sphenophyllums* en lianes grimpantes se lancent à l'assaut de ces troncs lisses et cannelés dont certains rameaux se terminent par des cônes écailleux d'où s'échappent à maturité une multitude de spores.

Un peu en retrait, hors de l'inondation permanente, le sol limoneux, humide, permet l'extraordinaire développement d'innombrables fougères arborescentes. Leurs troncs sont rugueux, souvent couverts de longues racines aériennes. Ils s'élèvent à plus de 10 m de hauteur, niveau où une très large ombrelle de frondes s'épanouit. D'un vert profond les pennes finement découpées en pinnules créent un vaste cercle légèrement ombragé. Les plus vieilles de ces expansions foliaires finissent par se dessécher et par brunir, une fois qu'à leur face inférieure les sporanges ont libéré leurs spores. Tout à fait à l'apex de ces tiges se dressent timidement, encore recouvertes par de nombreuses écailles protectrices, les jeunes frondes encore repliées sur elles-mêmes en cette forme caractéristique de crosse. Composant un sous-bois touffu des sortes de grands buissons aux troncs recourbés et ramifiés étalent, un peu comme les fougères arborescentes, de longues feuilles très découpées. Mais là, pas de sporange à la face inférieure des limbes. Sur de petits axes se développent des sortes d'inflorescences mâles ou femelles qui donnent ensuite des graines. Ces végétaux

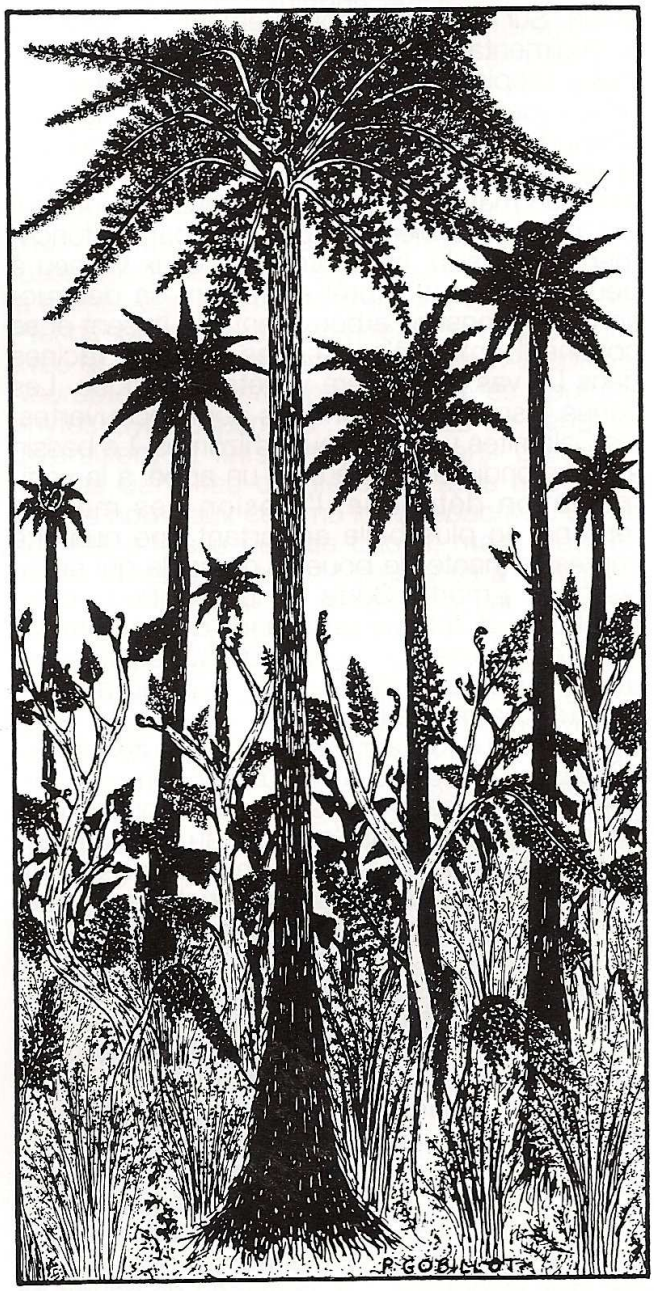
appelés Ptéridospermaphytes marquent une étape importante dans l'évolution des plantes. Dernier niveau de cette forêt primitive les *Sphenopteris* forment des touffes denses n'excédant pas 1 ou 2 m de haut. Ils dressent leurs feuillages très finement découpés, aux lobes dentés vers les taches de lumière qui filtrent à travers les différentes strates végétales supérieures. Un peu partout dans cet entrelacs de troncs et de feuilles se faufilent quelques *Annularia* lianoïdes.

Plus on s'écarte des lieux inondés en remontant les pentes douces des bordures du bassin, plus les grandes fougères arborescentes se raréfient laissant la place aux « fougères à graines ». Par endroits se dressent des bouquets d'arbres qui dominent tous les autres végétaux. Capables de s'implanter sur un sol meuble grâce à leur système racinaire et radiculaire développé latéralement sur une grande surface, le tronc épais et vigoureux, les Cordaïtes atteignent plus de 30 m de hauteur. A l'extrémité de leur axe principal ou de rameaux latéraux s'épanouissent de très longues feuilles en forme de lanières étroites dont la chute laisse sur les branches des cicatrices caractéristiques. La cuticule brillante de ces expansions foliaires offre à la plante une excellente protection contre l'évaporation car à leur niveau rien ne vient les protéger des rayons brûlants du soleil. A l'aisselle de ces feuilles à nervures parallèles, sans rachis médian, se développent des cônes reproducteurs unisexués, les femelles libérant à maturité de grosses graines.

Tous les jours le soleil décrit la même trajectoire dans le ciel, climat sans saison où les pluies abondantes arrachent aux reliefs une quantité importante de terre formant des tor-



A la manière des actuelles forêts de bambous, se dressent une multitude de tiges grêles de Calamites.



Hors de l'inondation permanente, le sol limoneux humide permet l'extraordinaire développement d'innombrables fougères arborescentes.

rents aux eaux épaisses et tumultueuses qui finissent par apaiser leur fougue dans le marécage colonisé par la forêt hydrophile. Petit à petit s'accumulent des épaisseurs impressionnantes de sédiments. Ce phénomène régulier est accru par des apports soudains d'éléments variés dus à des coulées de boue et de roches qui emportent tout sur leur passage, ainsi de nombreux branchages feuillus, des troncs et des rhizomes avec leurs racines viennent-ils s'entasser dans les bas-fonds. L'ensemble de ces apports est tellement important que des zones immergées finissent par s'exonder. Les grands Lycopodes ne pouvant développer de système racinaire aérien s'asphyxient et meurent. Rapidement, les parties hautes de ces végétaux se brisent et encombrent l'espace d'une épaisse couche de troncs, de branches et de feuilles. Seules les Calamites continuent leur croissance à travers le niveau plus épais de limon. Sur ces terres nouvellement gagnées par la sédimentation détritique se met en place un milieu propice à la colonisation par des fougères arborescentes. Toute la physionomie de la zone change, se stabilise pendant quelques milliers d'années permettant une accumulation importante de matière organique. L'équilibre qui vient de se créer va bientôt se rompre par l'enfoncement du bassin, la montée des eaux va peu à peu inonder cette forêt entraînant sa destruction. Les monstres arborescents se brisent et se couchent entremêlant feuilles, tiges et racines dans un vaste cimetière végétal aquatique. Les zones jusqu'alors exondées sont recouvertes, les Calamites y étalent leurs rhizomes. Le bassin s'approfondissant, cela crée un appel à la sédimentation détritique, l'érosion des massifs reprend de plus belle apportant une quantité impressionnante de boue et de sable qui enlise les géants morts. Sorte de lutte entre la sédimentation détritique provenant du démantèlement des massifs en cours de surrection et le développement de la forêt à l'origine des niveaux charbonneux.

A quelque distance de ces bordures marécageuses, en retrait au cœur des terres émergées, des volcans actifs aux éruptions explosives pulvérisent dans l'espace, au moment des phénomènes paroxysmaux, une grande quantité de matières en fusion très riche en silice. Pendant ces périodes le ciel s'assombrit, le sol tremble, la terre craque, libérant des fumées acres et toxiques. Les gaz brûlants, sous pression, font exploser le sommet du cône volcanique projetant en l'air tous ses débris accompagnés de laves bulleuses qui tourbillonnent et se torsadent dans les airs avant de s'écraser dans la forêt où elles brisent et détruisent tout dans ce bombardement fracassant. Peu à peu la fureur de la terre s'apaise, le calme revient, la vie reprend avec vigueur. Les troncs et les branches brisées entassés au sol sont un lieu des plus favorables à la recherche de nourriture pour ces grosses blattes de plus de vingt centimètres de longueur qui habituellement hantent la profondeur du sous-bois sombre et humide. Dans le ciel encore empoussiéré, des sortes d'éphémères géants brassent l'air d'un vol hésitant en quête d'un milieu plus calme. Proies faciles pour ces monstres aériens, ancêtres de nos libellules, qui avec leur soixante dix centimètres d'envergure ne font qu'une bouchée des autres insectes volants. Au sol, dans les entrelacs des feuilles et des branches les araignées dérangées par tous ces événements s'activent à reconstruire leurs pièges. Petit à petit les végétaux morts se transforment en humus sous l'action des bactéries. Dans ce sol fertile germent quelques graines de Préphanérogames ou de Cordaïtes où à partir d'un rhizome se développe une nouvelle pousse. Le temps passe, le climat chaud et humide aidant le couvert végétal en pleine croissance cicatrise les blessures causées à la forêt par l'éruption. Cette vie foisonnante et bruissante va encore être déséquilibrée par de nouvelles oscillations du niveau des eaux ; le cycle recommence avec comblement du bassin et enfoncement progressif. Dans le fond du marécage s'entassent à nouveau des dizaines et des dizaines de mètres de sédiments détritiques entrecoupés de niveaux d'origine végétale où la forêt tout entière finit par s'ensevelir...

Il ne serait pas raisonnable d'avoir la prétention en ces quelques lignes, images fugitives et synthétiques d'un passé si long et si lointain, de retracer dans le détail la physionomie de l'actuel bassin houiller cévenol au Carbonifère. C'est plus l'impression de gigantisme de cette forêt tropicale humide aux végétaux si archaïques qui doit marquer notre imagination. Il ne faut pas oublier que ce milieu s'est perpétué pendant 10 millions d'années permettant l'accumulation de plus de 4000 m de roches dont 120 couches de houille de 30 cm à 15 m de puissance. La diagenèse qui a suivi le dépôt des sédiments a réduit d'environ huit fois l'épaisseur des éléments d'origine organique. L'étude minutieuse des roches, de la tectonique et de la flore fossile a permis de préciser cette vision simpliste. Les géologues divisent en sept zones cette série sédimentaire. Chacune d'entre elles correspond à un écosystème légèrement différent où prédomine tel ou tel phénomène naturel, tel ou tel type d'association d'espèces végétales. Ainsi, le tableau ci-dessus peut se moduler amenant à une vision plus réaliste du bassin houiller cévenol durant le Carbonifère. Ces zones sont numérotées de 1 à 7 dans l'ordre des dépôts. Les quatre premières correspondent au remplissage du bassin d'Alès, les suivantes concernent principalement la cuvette de la Grand-Combe et accessoirement la bordure orientale du massif du Rouvergue.

La « zone 1 » ou « étage stérile de Gagnière » est l'étape la plus ancienne connue du remplissage du bassin d'Alès. Elle débute à la fin du Westphalien ou au début du Stéphanien. Elle est représentée par des schistes fins et par des grès d'une puissance totale de 900 m. C'est une longue période d'abrasion du relief où le couvert végétal clairsemé se caractérise par des fougères arborescentes du type *Pecopteris*.

Des influences saumâtres importantes permettent le développement de nombreux petits crustacés aquatiques.

La « zone 2 » ou « faisceau des anthracites de Molières » est constituée par une série de schistes et de grès entrecoupés de passées charbonneuses de « quart gras » et d'anthracite, la puissance de l'ensemble ne dépassant pas 300 m ; période plus courte que la précédente où la flore prend tout son essor, se diversifie pour constituer une forêt houillère où prédominent les *Pecopteris*. Quelques bancs de crustacés aquatiques sont la preuve de remontées saumâtres dans le bassin. Le sommet de cette formation est marqué par des éruptions volcaniques qui ont produit d'importants dépôts de cinérites.

La « zone 3 » ou « faisceau des demi-gras de Molières-Saint-Jean » est une puissante série de 1000 m de grès fins entrecoupés de couches de charbon. Erosion du massif, comblement du bassin, expansion de la forêt houillère sont les trois dominantes de cette période. Les *Pecopteris* y sont les plus abondants, viennent ensuite des Ptéridospermaphytes du type *Aleopteris* et quelques Gymnospermes appartenant aux Cordaïtes. Comme précédemment, la fin de cette formation est marquée par des cinérites caractéristiques d'éruptions volcaniques violentes. Quelques bancs de crustacés aquatiques attestent des dernières incursions saumâtres de l'histoire du bassin.

La « zone 4 » ou « formation houillère moyenne » est constituée par une série de schistes et de grès à niveaux de houille pouvant atteindre 5 m d'épaisseur. En son milieu, une lacune d'origine tectonique est suivie d'une étape d'érosion du massif puis de sédimentation dans le bassin. Les représentants d'un groupe de *Pecopteris,* quelques Ptéridospermaphytes, *Odontopteris, Aleopteris,* ainsi que de Cordaïtes composent le couvert végétal de cette période.

La « zone 5 » ou « système du Feljas-Ricard » est une importante série détritique de 1200 m entrecoupée de couches d'anthracite. L'érosion du massif, le comblement du bassin et son enfoncement, avec, en parallèle, le développement de la forêt houillère, sont les moteurs de la mise en place de cette série qui se termine par un dépôt de cinérites, signe d'éruptions volcaniques. L'association végétale dominante est composée de *Pecopteris,* d'*Aleopteris* et de Cordaïtes.

La « zone 6 » ou « système Lumière-Grand'Baume » est une petite série gréseuse d'une puissance de 40 m, entrecoupée de veines d'anthracite et de demi-gras pouvant atteindre 15 m d'épaisseur. L'extraordinaire développement des Gymnospermes avec divers types de Cordaïtes, l'apparition de nouveaux genres de *Pecopteris,* d'*Aleopteris* et d'*Odontopteris* caractérisent la physionomie de la végétation.

La « zone 7 » ou « système de Portes-Chamclauzon » est une série d'environ 450 m de schistes et de grès entrecoupés de niveaux charbonneux pouvant atteindre 4 m d'épaisseur. Le sommet de cette formation est constitué de poudingues qui marquent la fin de la série houillère stéphanienne dans le bassin cévenol. Là encore, le milieu se caractérise par la symbiose entre les phénomènes d'érosion, de sédimentation et de développement d'un couvert végétal luxuriant. Ce sont les *Pecopteris* qui prédominent en ce Stéphanien moyen.

De façon générale les écosystèmes carbonifères du bassin houiller cévenol se définissent comme étant un milieu de moyenne montagne entrecoupé de vallées et de bassins, résultat de la tectonique hercynienne sur le vieux socle. Dans ce contexte à la fin du Westphalien et jusqu'au milieu du Stéphanien vont se développer, sous un climat chaud et humide, des forêts luxuriantes baignées dans les zones basses par des marécages où des influences saumâtres se font sentir dans les premiers temps. Des Bryophytes arborescentes : Lépidodendrons, et surtout Sigillaires, des Ptéridophytes arborescentes : Calamites et Fougères, composent la trame végétale de ces milieux. Petit à petit les Ptéridospermaphytes prennent de l'importance avec des formes arborescentes telles *Aleopteris, Neuropteris, Odontopteris*... Les rares Spermaphytes Gymnospermes : Cordaïtes du début se diversifient et finissent par devenir prédominantes dans les dernières strates avec des genres nouveaux comme les *Laebachias*. La vie animale a laissé peu de traces, mais elle n'en est pas moins présente : crustacés aquatiques, insectes terrestres ou aériens souvent géants, arachnides se partagent cet environnement. La subsidence des bassins, l'érosion intense des massifs, le développement du couvert végétal et sa destruction président à la formation des dépôts sédimentaires et des couches de charbon. La limite orientale du bassin est encore inconnue du fait de l'enfoncement des strates stéphaniennes sous les terrains secondaires et tertiaires ainsi que des actions cassantes des phases tectoniques suivantes qui ont présidé à la mise en place de la chaîne alpine et de l'actuelle bordure sous-cévenole. Tous ces apports nouveaux, tous ces bouleversements ont permis la conservation d'une partie des strates houillères. L'exploitation industrielle de ces niveaux a conduit à l'accumulation sur les crassiers de restes fossilisés innombrables à l'origine des réflexions de cette étude sur les écosystèmes carbonifères de cette région.

À suivre...

ABONNEZ-VOUS À « MINÉRAUX & FOSSILES »

BIBLIOGRAPHIE DES OUVRAGES QUI ONT PU ÊTRE ATTEINTS ET EFFECTIVEMENT UTILISÉS

• Alavarez-Ramis, Doubinger, J. (1971) — *Sphénoptéridés du Stéphanien français.*
96e Cong. nat. des Soc. Sav., Toulouse - Science, t. V, pp. 61 à 76.

• Basse de Ménorval, E. (1968) — *Les fossiles.*
P.U.F., coll. « Que Sais-Je ? » n° 668.

• Berger, G. (1972) — Notice explicative et carte géol. à 1/50000 d'Alès, n° 912.

• Berger, G. (1989) — Notice explicative et carte géol. à 1/50000 de Bessèges, n° 888.

• Bertrand, P. (1918) — *Les grandes divisions paléontologiques du Stéphanien du bassin de la Loire.*
C. R. Acad. des Sc., t. 167, pp. 689-692.

• Bertrand, P. (1918) — *Caractères distinctifs des flores houillères de Saint-Etienne et de Rives-de-Gier.*
C. R. Acad. des Sc., t. 167, pp. 760-763.

• Bertrand, P. (1947) — *Succession normale des flores houillères dans le bassin houiller du Gard.*
C. R. Acad. des Sc., pp. 760-763.

• Boureau, E. (1990) — *Cordaïtophytes.*
Encyclopaedia Univ. t. 6, pp. 548-549.

• Boureau, E. (1990) — *Filicophytes.*
Encyclopaedia Univ., t. 9, pp. 459-464.

• Boureau, E. (1990) — *Lycophytes.*
Encyclopaedia Univ., t. 14, pp. 134-138.

• Boureau, E. (1990) — *Ptéridospermaphytes.*
Encyclopaedia Univ., t. 12, p. 266.

• Bouroz, A. et Lienhardt, G. (1969) — *Corrélations entre les bassins stéphaniens des Cévennes et du Jura au moyen des cinérites.*
C. R. Acad. des Sc., t. 269, pp. 1934-1937.

• Bouroz, A. (1970) — *Synthèse des corrélations par les cinérites des bassins stéphaniens français (Massif Central, Alpes externes, Jura).*
C. R. Acad. des Sc., t. 271, pp. 1171-1174.

• Bouroz, A. - Gras, H. - Wagner, R. — *A propos de la limite Westphalien - Stéphanien et du Stéphanien inférieur.*
Congrès et colloques, Univ. de Liège, vol. 55, pp. 205-225.

• Brongniart, C. (1893) — *Recherches pour servir à l'histoire des insectes fossiles des temps primaires précédées d'une étude sur la nervuration des ailes des insectes.*
Atlas de 37 planches.

• Camefort, H. & Boue, H. (1969) — *Reproduction et biologie des principaux groupes végétaux. Les Cormophytes ou Archégoniates.*
Ed. Doin Deren et Cie.

• Chavant, A. & Cailleux, A. (1957) — *Détermination pratique des fossiles.*
Ed. Masson.

• Corsin, P. (1950) — *Les divisons paléontologiques du Stéphanien du bassin de la Loire.*
C. R. Acad. des Sc., t. 230, pp. 117-119.

• Debelmas, J. (1974) — *Géologie de la France ; T. 1 : vieux massifs et grands bassins sédimentaires.*
Ed. Doin.

• Debrand-Passard, S. & Al. (1984) — *Synthèse géologique du sud-est de la France.* Vol. 1 et 2, 2 atlas.
Mém. du B.R.G.M. n° 125 et 126.

• Denizot, G. (1976) — *Atlas des fossiles, fasc. n° 1 : fossiles primaires.*
Ed. Boubée.

• Doubinger, J. (1956) — *Contribution à l'étude des flores autuno-stéphaniennes.*
Mém. Sté. Géol. de F., t. XXXV, mém. 75, pp. 1 - 180 et fig. I - XVII.

• Ellenberger, F. (1990) — *Masifs hercyniens.*
Encyclopaedia Univ. t. 11, pp. 351-356.

• Feys, R. (1990) — *Bassins houillers.*
Encyclopaedia Univ., t., 11, pp. 706-709.

• Fischer, J.C. — *Guide des fossiles de France.*
Ed. Masson.

• Gourret, M. (1991) — *Il y a 150 ans, Ferdinand Chalmeton.*
P.A.E. Collège privé mixte St-Joseph — Travaux inédits.

• Grand'Eury, M. C. (1877) — *Flore carbonifère du département de la Loire et du centre de la France.*
Atlas (1 carte, 34 planches, 4 tableaux).

• Grand'Eury, M. C. (1890) — *Géologie et paléontologie du bassin houiller du Gard.*

• Gras, H. (1970) — *Contribution à l'étude géologique du bassin houiller des Cévennes.*
Bull. B.R.G.M., section 1, n° 4.

• Jeannel, R. B. (1979) — *Atlas d'entomologie, paléontologie et peuplement de la Terre. Initiation à l'entomologie.*
Ed. Boubée et Cie, t. 2.

• Martel, L. (1912) — *Etude des matériaux et des procédés employés pour le soutènement des galeries, des puits et des tailles.*

• Marsaut, J. B. (1914) — *Contribution à l'étude du bassin houiller du Gard.*
Atlas (1 carte, 45 coupes).

• Pacaud, G. & Pacaud, J. (1984) — *Reconstitution d'un paysage houiller il y a 260 millions d'années sur la base de l'Autunien d'Autun.* (Poster)
Ed. Minéraux & Fossiles.

• Pruvost, P. (1947) — *La série stéphanienne du bassin houiller de la Loire.*
C. R. Acad. des Sc., t. 225, pp. 1236-1238.

• Rat P. (1990) — *Europe et milieu géologique.*
Encyclopaedia Univ., t. 9, p. 519.

• Rhodes, F.H.T. - Zim H.S. - Shaffer P.R. (1973) — *Fossiles.*
Ed. Hachette. Coll. « Le petit guide ».

• Termier, H. & Termier, G. (1990) — *Carbonifère.*
Encyclopaedia Univ., t. 4, pp. 993-998.

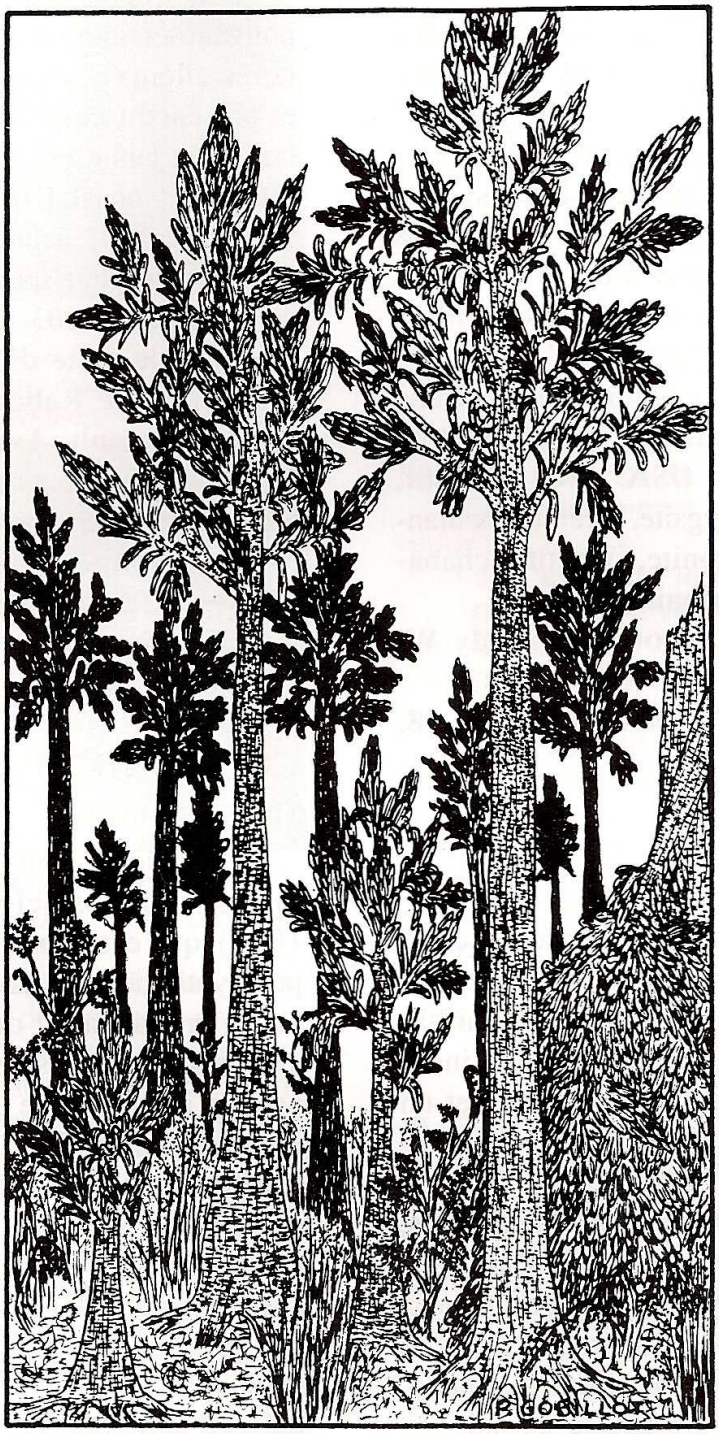
• Termier, H. & Termier, G. (1990) — *Flore houillère.*
Encyclopaedia Univ., t. 11, pp. 705-706.

• Turek, V. - Marek, J. - Benes, J. (1988) — *La grande encyclopédie des fossiles.*
Ed. Gründ.

• Zeiller, R. (1883) — *Etude sur la constitution de l'appareil fructificateur des Sphenophyllum.*

• Zeiller, R. (1898) — *Contribution à l'étude de la flore ptéridologique des schistes permiens de Lodève.*

Ann. M.N.H.N. de Marseille, fasc. n° 1, t. 1, pp. 9-68.
• *CRASSIERS STÉPHANOIS.* Ed. Cailloux, n° 3, 1989.
• *NOTICE de la S.A. Compagnie Houillère de Bessèges.* 1878.
• *LIVRET COMMÉMORATIF DU CENTENAIRE de la Compagnie des mines de la Grand-Combe.* 1936.
• *LIVRET COMMÉMORATIF des fêtes du cinquantenaire de F. Chalmeton* le 28 juin 1891.
• *LIVRET COMMÉMORATIF des fêtes du soixantenaire de F. Chalmeton* le 30 juin 1901.
• *LIVRET COMMÉMORATIF du quarantenaire de J. B. Marsaut* le 29 avril 1905.
• *HISTOIRE DU BASSIN HOUILLER DU GARD* par les H.B.C.M.
• *TERRAIN HOUILLER DU BASSIN DE COMMENTRY in* L'Industrie Minérale (série 2, tome XV, 1886 ; série 3, tome II, 1888 ; série 3, tome III, 1889).
• *LIVRET COMMÉMORATIF du quarantenaire de G. Laligant* le 10 juillet 1943.
• *RAPPORT SUR LES CAISSES DE SECOURS ET DE PRÉVOYANCE DE LA COMPAGNIE HOUILLÈRE DE BESSÈGES.* Arch. manusc. de la famille Varin, 1892.
• *STATUTS DE LA S.A. DES CHEMINS DE FER DE BESSÈGES À ALAIS,* 26 sept. 1878.



Par endroits, sur les pentes qui bordent le bassin, se dressent des bouquets de Cordaïtes qui dominent tous les autres végétaux.