

Données nouvelles sur la phase de rifting atlantique des Pyrénées occidentales au Kimméridgien : la masse glissée d'Ouzous (Hautes Pyrénées)*

New data on the Atlantic rifting stage in the western Pyrenees during the Kimmeridgian: the Ouzous slump (Hautes-Pyrénées)

Valéry JAMES ⁽¹⁾, Joseph CANEROT ⁽¹⁾, Jean-Jacques BITEAU ⁽²⁾

Géologie de la France, n° 3, 1996, pp. 60-66, 3 fig., 6 photos.

Mots-clés : Tectonique synsédimentaire, Slumping, Kimméridgien, Formation rift, Hautes-Pyrénées, Ouzous.

Key words: Synsedimentary tectonics, Slumping, Kimmeridgian, Rifting, Hautes Pyrenees, Ouzous.

Résumé

De nouvelles observations de terrain ont permis de mettre en évidence d'importants glissements syn-sédimentaires kimméridgiens dans la Zone Nord Pyrénéenne, à l'ouest du gave de Pau, près d'Ouzous.

Ces mouvements tectoniques affectent plus de 100 m de sédiments : dolomies rubanées du Callovien, dolomies noires oxfordiennes, calcaires du Kimméridgien inférieur. Le Callovien constitue la surface de décollement.

Des brèches, polygéniques et hétérométriques, remaniant cette même série jurassique, apparaissent localement à la base de l'ensemble glissé.

Les faits observés témoignent de l'existence, au début du Jurassique supérieur, d'une distension régionale NW-SE entraînant le jeu (ou la réactivation) de failles préexistantes (jeu liasique précédemment mis en évidence) NE-SW, limitant des blocs crustaux.

C'est sur le dos de l'un de ces blocs, celui de Bigorre occidentale, basculé vers le sud-est et limité à l'est par la faille normale, submérienne, à regard

ouest, de Lugagnan, qu'apparaît, sur une pente sédimentaire sous-marine inclinée vers le sud-est, la masse glissée kimméridgienne d'Ouzous.

Cet épisode d'instabilité est relayé au Kimméridgien supérieur et au Tithonien par le développement d'une plate-forme stable qui précède l'émergence régionale fini jurassique.

Nouvellement décrite à Ouzous, observée au Soum de Granquet et déjà connue à Bagnères-de-Bigorre, la phase kimméridgienne de rifting ici considérée témoigne de l'instabilité de l'ensemble de la plate-forme ouest pyrénéenne pendant l'une des périodes majeures de l'ouverture de l'Atlantique Nord.

English abridged version

A crustal extension stage has for many years been described in the western European Upper Jurassic series, as in the North Sea (Pegrum et al., 1975; Ziegler P. A., 1988), the English Channel (Montadert, 1984), the Aquitaine Basin, the Pyrenees and the Bay of Biscay (Boillot, 1984; Curnelle, 1986).

In the southern Aquitaine and northern Pyrenean area, this rifting stage

induced the substitution of an Atlantic synsedimentary polarity for the Tethyan (Liassic) or mixed (Dogger) polarity (Delfaud, 1969). The Kimmeridgian brecciated formations of the Lourdes/Bagnères-de-Bigorre area are related to the same tectonic period (Canérot, 1987).

New field observations have recently led to the discovery of important Jurassic synsedimentary slumping in the North Pyrenean Zone, near Ouzous to the SW of Lourdes (Fig. 1).

Synsedimentary tectonic movements in the Lower Kimmeridgian affected more than 100 m of Callovian, Oxfordian and Kimmeridgian series (Fig. 2). The Callovian beds constitute the slide plane. An important brecciation of the slumped series, as of the underlying Callovian deposits, was associated with the slumping event. These breccias are composed of unsorted polygenic carbonate (limestone and dolostones) clasts.

At the same time, an extension induced reactivation of preexisting faults and associated block tilting was closely linked to transverse NE-SW faulting. This tectonic stage generated the individ-

* Communication lors de la réunion spécialisée SGF "Le Bassin d'Aquitaine, évolution sédimentaire et structurale", Toulouse 15-20 septembre 1995. Manuscrit déposé le 18 septembre 1995, accepté définitivement le 18 mars 1996.

(1) Laboratoire de Stratigraphie séquentielle et Micropaléontologie, URA CNRS 1405, 39, allées J. Guesde, 31062 Toulouse.

(2) Elf Aquitaine. Direction Exploration Production France. Division Exploration, 31360 Boussens.

dualization of a high in the Ossau area with different tilted blocks to both sides showing opposite sedimentary polarities (Fig. 3). The Ouzous slumping occurred under submarine slope conditions on the western Bigorre block which dips SE and is limited to the east by the SW-NE Lugagnan normal fault (Fig. 3).

This period of instability was followed, as early as the Late Kimmeridgian, by the installation of a stable carbonate ramp platform preceding the general emersion stage at the end of the Tithonian.

The study of the slumped series in the Ouzous area has allowed us to present the general characteristics of the Kimmeridgian tectonism:

- regional NW-SE extension, as has been described in both the Aquitaine and Pyrenean series;

- a thick series (more than 100 m in the Ouzous cross-section) representing the Callovian to Lower Kimmeridgian interval;

- slumping to the SE on a submarine slope related to extension and crustal block tilting;

- transverse (NE-SW) normal faulting between the different blocks.

Thus, as known in the Bagnères-de-Bigorre area, as recently described in the Ouzous thalweg and as observed in the Soum de Granquet peak (this work), the Kimmeridgian rifting stage can be considered as an evidence of instability over the whole West Pyrenean platform during one of the main rifting stages in the North Atlantic area

Introduction

Une phase d'extension crustale est connue depuis de nombreuses années dans le Jurassique supérieur d'Europe occidentale, tant en mer du Nord (Pegrum *et al.*, 1975 ; Ziegler P.A., 1988), que dans la Manche (Montadert, 1984), en Aquitaine, dans les Pyrénées et le Golfe de Gascogne (Boillot, 1984 ; Curnelle, 1986).

Dans le domaine sud aquitain et nord pyrénéen, cette phase de rifting s'est traduite par la substitution d'une polarité

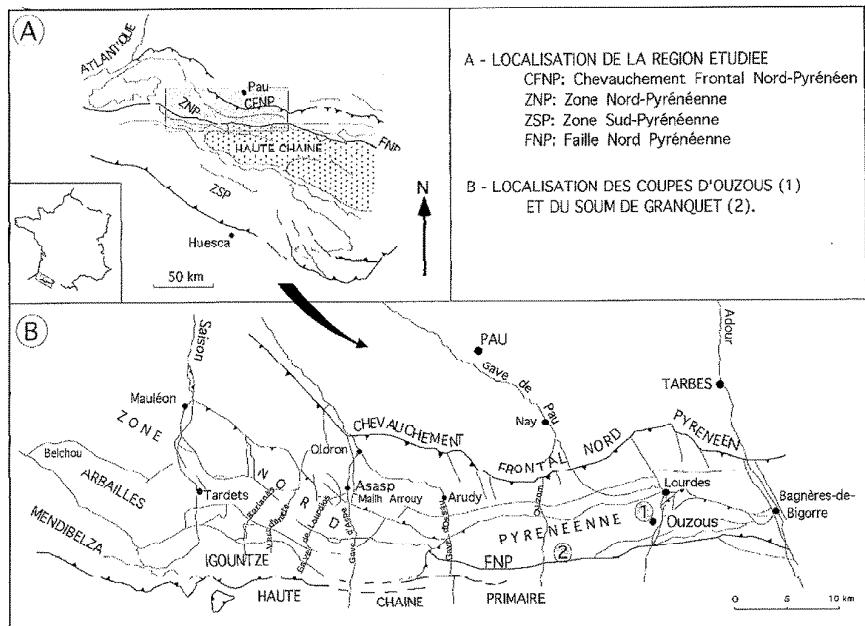


Fig. 1. – Carte structurale schématique des Pyrénées occidentales montrant la localisation des coupes étudiées.

Fig. 1. – Structural sketch map of the western Pyrenees showing the location of the studied cross-sections.

sédimentaire atlantique à la polarité téthysienne du Lias ou mixte du Dogger (Delfaud, 1969; Revert et Delfaud, 1990). C'est à ce même épisode d'instabilité tectonique qu'a été rattachée la formation bréchique discordante du Kimméridgien inférieur de la région de Lourdes-Bagnères-de-Bigorre (Canérot, 1987).

Des observations réalisées sur l'ensemble du Jurassique supérieur ouest-pyrénéen (V. James, thèse en cours) ont permis de mettre en évidence de nouvelles manifestations de cette tectonique kimméridgienne extensive dans le secteur nord pyrénéen d'Ouzous, à l'ouest de la vallée du Gave de Pau (fig. 1). C'est au sud-ouest de Lourdes, sur le chaînon joignant le pic du Pibeste au Soum de Granquet plus à l'ouest, que des glissements syn-sédimentaires accompagnés de phénomènes de bréchification ont été reconnus. Deux coupes ont fait l'objet d'observations précises à Ouzous et au Soum de Granquet. Seule la coupe d'Ouzous est ici considérée en détail.

La série du Dogger-Malm d'Ouzous

Dans le relief qui domine au nord le village d'Ouzous et culmine à la Serre

(photo 1), la succession des dépôts du Jurassique moyen et supérieur, subverticale, comporte de bas en haut et du sud au nord successivement :

- *Bathonien* (100 m) : Dolomies noires admettant une passée de calcaires et calcaires dolomitiques. Les faciès variés de la série bathonienne d'Ouzous (barres oolithiques et bancs bioclastiques alternant avec des bancs dolomitiques ou calcaires plus fins) traduisent les fluctuations environnementales sur une plate-forme interne à hydrodynamisme assez élevé.

- *Callovien* (50 m) : dolomies noires bioclastiques, passant à des dolomies finement litées puis à des dolomies et calcaires dolomitiques rubanés (lits de 1 à 5 centimètres). L'évolution de ces faciès marque le passage d'une plate-forme à hydrodynamisme assez élevé à une plate-forme interne, protégée, de type lagon.

- *Oxfordien* ? - *Kimméridgien inférieur* (100 m) : masse glissée de calcaires et brèches associées (voir description de détail plus loin) développée aux abords de la cabane de Lucet (photo 2). Il faut également noter la présence de quelques mètres de dolomies noires rubanées en bancs décimétriques,

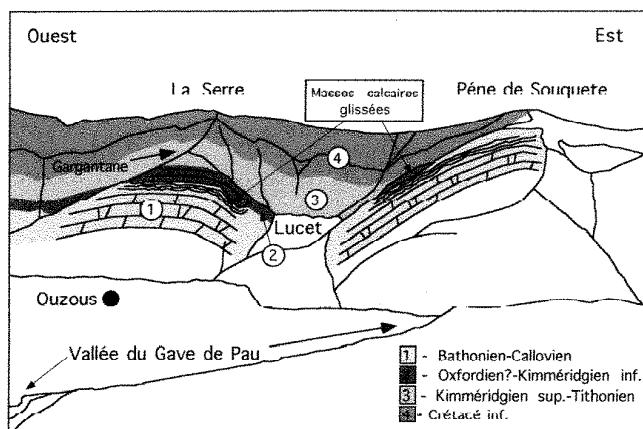
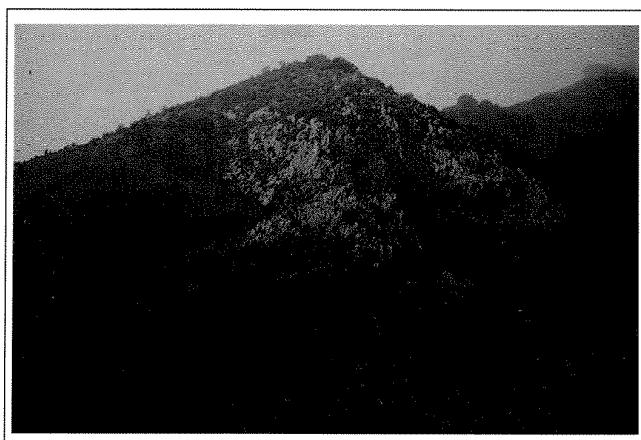
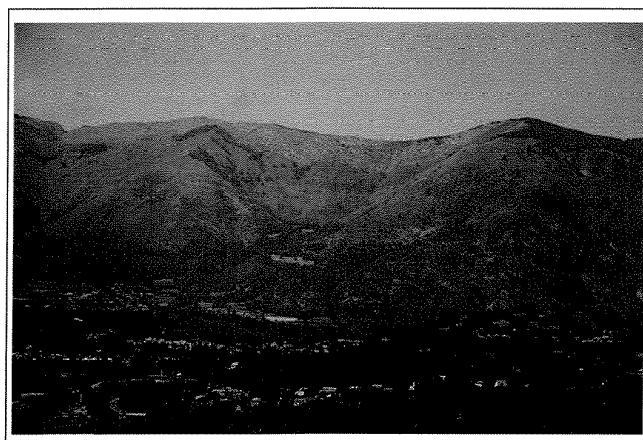


Photo 1. – La succession des dépôts d'âges Jurassique et Crétacé inférieur dans le vallon d'Ouzous.

Photo 1. – The Jurassic and Lower Cretaceous deposits in the Ouzous dell.

pincées (photo 2) entre deux passées calcaires d'une cinquantaine de mètres d'épaisseur. Quelques dizaines de mètres plus à l'ouest, ces deux passées calcaires butent l'une contre l'autre.

Les datations proposées dans les séries dolomitiques du Dogger et du Malm inférieur (Oxfordien-Kimméridgien inférieur) sont obtenues par corrélation latérale de repères sédimentologiques reconnus à l'échelle des Pyrénées occidentales (horizon à nodules siliceux, niveaux récifaux, dolomies rubanées) et "calés" par ammonites dans le Pays Basque (pic du Belchou) (Canérot *et al.*, 1990 et James, travaux en cours).

– Kimméridgien supérieur (175 m) : cet ensemble qui affleure très mal est constitué d'une alternance de calcaires et de calcaires argileux fins, de teinte gris

clair, bien lités en bancs décimétriques. Les microfaciès (micrites) indiquent qu'il s'agit de dépôts de plate-forme ouverte mais assez peu profonde. L'attribution stratigraphique repose sur la présence de *Everticyclammina virguliana* Koechlin.

– Tithonien (75 m) : dolomies grises, parfois litées, à grain fin, bioturbées, admettant des horizons de brèches de dissolution. Ces faciès traduisent une tendance marine régressive. L'émersion est attestée au toit de la série par la présence d'une surface érosive et l'accumulation de bauxite en poches. Cette série dolomitique est rattachée au Tithonien par le liuolidé *Anchispirocyclina lusitana* Egger.

Suit un Crétacé inférieur comportant (Villanova, 1962) les grès et calcaires à characées du Barrémien, les marnes du

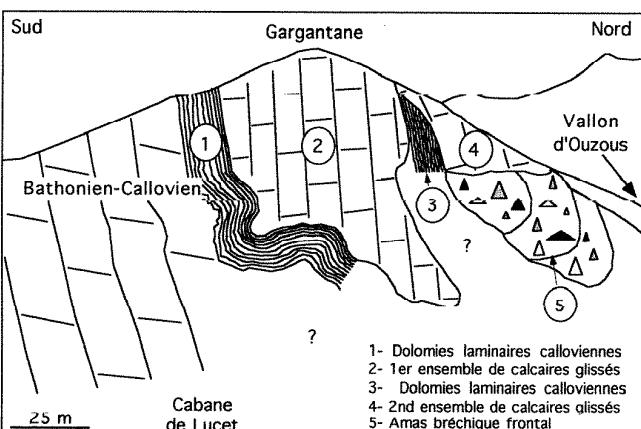


Photo 2. – Interprétation du glissement sur le versant ouest du vallon d'Ouzous.

Photo 2. – Interpretation of the Kimmeridgian slump on the western side of the Ouzous dell.

Bédoulien et les calcaires urgo-garganiens.

La masse glissée

D'une épaisseur de 100 mètres environ à l'ouest du vallon d'Ouzous (photo 2), le complexe déplacé s'amortit à l'est (photo 3) à quelques centaines de mètres de la ligne de thalweg.

Sur le versant occidental où le phénomène gravitaire a été plus particulièrement étudié, la succession suivante est mise en évidence, de la base au sommet (fig. 2) :

– lamination dolomitique (1) du Callovien, très déformée (25 m), constituée d'une alternance de lits clairs et de lits sombres (photo 4). La déformation s'intensifie progressivement de la base

vers le sommet de cette unité, épousant la morphologie de la masse glissée sus-jacente ;

– premier ensemble glissé (50 m) de calcaires lités fins (2), peu déformés (stratification conservée), butant contre la série callovienne sous-jacente avec un pendage de quelques degrés vers le sud-est ;

– deuxième ensemble glissé (50 m) de calcaires gris, fins (4) admettant à sa base un amas de brèches (5) à éléments anguleux, polygéniques (dolomies noires, calcaires gris), hétérométriques (quelques centimètres à plus de 1 mètre) et ciment dolomitique sombre (photo 5). Cette deuxième unité est très probablement l'équivalent latéral sédimentaire de la première masse glissée. En effet, sous l'effet des mouvements tectoniques syn-sédimentaires, la série carbonatée en cours de lithification s'est déformée engendrant en certains points des boucles de slump. C'est dans ces zones que les bancs, d'abord fortement plissés, se sont rompus engendrant ainsi un redoublement de série ;

– une passée de dolomies noires (10 m) finement litées (3) et faiblement déformées se trouve pincée entre les deux masses glissées. A quelques centaines de mètres vers l'ouest, ces deux ensembles allochtones butent l'un contre l'autre avec une légère discordance angulaire, attestant leur appartenance à la même unité lithologique.

Il est intéressant de noter que la bréchification, importante sur ce versant occidental, se localise essentiellement au niveau de la surface de décollement (photo 2), c'est-à-dire entre les dolomies rubanées calloviennes en place et les calcaires glissés du Kimméridgien inférieur.

Vers l'est, sur le versant opposé du vallon d'Ouzous, le phénomène de glissement est également bien visible (photo 3). L'ensemble déplacé est faillé et localement plissé. Il dessine une boucle de slump à vergence sud-est (flancs courts orientaux écaillés) dans laquelle sont impliqués les calcaires gris de l'xfordien?-Kimméridgien inférieur et les dolomies calloviennes laminées sous-jacentes. La masse bréchique se situe ici encore très exactement au niveau de la surface de décollement et

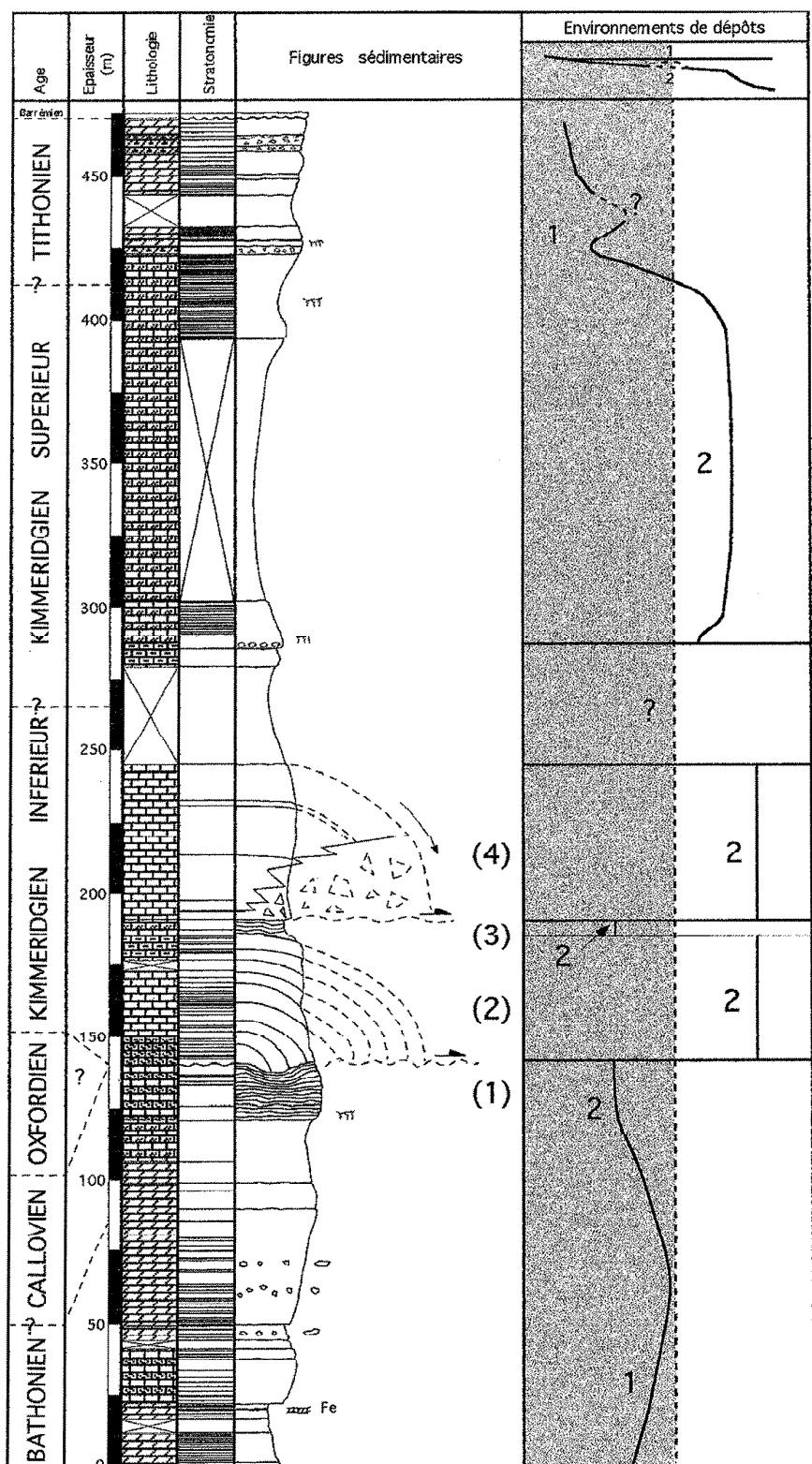


Fig. 2. – Coupe du Jurassique moyen et supérieur (Bathonien-Tithonien) d'Ouzous. Noter la position et l'épaisseur (100 m) de la masse glissée kimméridgienne au-dessus du Callovien.

Fig. 2. – Cross-section of the Middle and Upper Jurassic (Bathonian-Tithonian) at Ouzous. Note the location and thickness (100 m) of the slumped Kimmeridgian mass on the Callovian series.

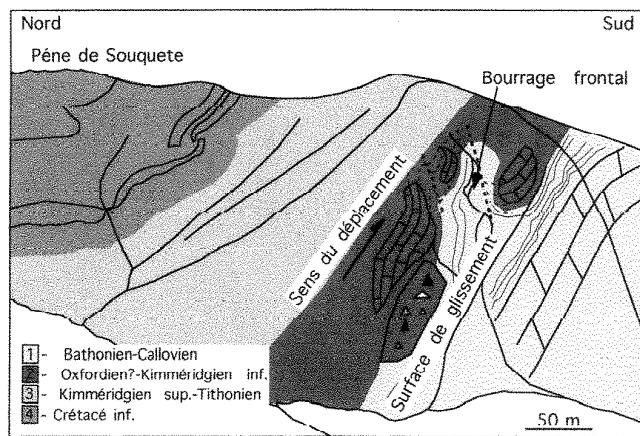
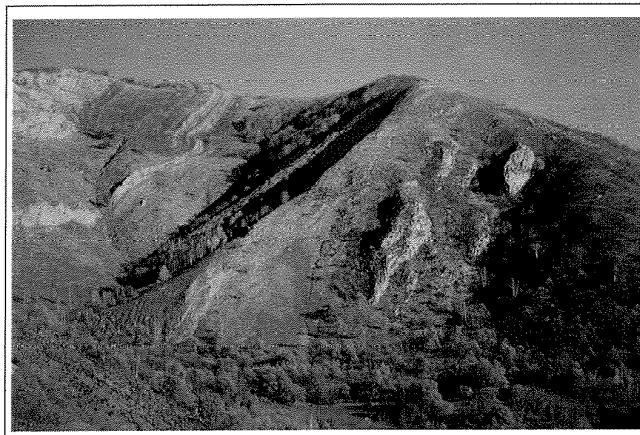


Photo 3. – Interprétation du glissement sur le versant est du vallon d'Ouzous.

Photo 3. – Interpretation of the Kimmeridgian slump on the eastern side of the Ouzous dell.

remanie aussi bien les dolomies noires en place que les calcaires fins glissés sus-jacents. Butant contre les dolomies noires du Dogger suivant une discordance angulaire de quelques degrés, l'ensemble carbonaté, glissé, supporte les calcaires finement lités du Kimméridgien. Ces derniers moultent la morphologie engendrée par le glissement, attestant l'antériorité des phénomènes gravitaires.

On voit ainsi que dans le secteur étudié le Callovien se trouve directement surmonté par le complexe glissé et bréchique situé sous le Kimméridgien supérieur. Ce complexe intéresse une partie probable du Callovien (dépôts laminaires récemment mis en évidence par les auteurs dans la série nord pyrénéenne béarnaise), de l'Oxfordien dolomitique et du Kimméridgien inférieur. L'ensemble s'est déplacé gravitairement vers le sud-est comme l'indiquent les plis dissymétriques affectant les lamination calloviennes autochtones et la géométrie

des boucles de slump affectant les calcaires glissés.

Extension latérale

Le phénomène gravitaire, nouvellement décrit à Ouzous, est connu plus à l'est dans le secteur nord pyrénéen de Bagnères-de-Bigorre (Canérot, 1987). Les calcaires bréchifiés et slumped au Kimméridgien inférieur recouvrent ici en discordance angulaire la série calcaire et dolomitique du Dogger et du Malm inférieur.

Il a également été observé (V. James, travaux en cours), plus à l'ouest, au Soum de Granquet. Les ensembles glissés sont de plus faible importance. Trois successions de dépôts slumped, puissantes de quelques mètres, y sont reconnaissables, intercalées dans le Kimméridgien inférieur calcaire. Elles ne sont jamais accompagnées de brèches.

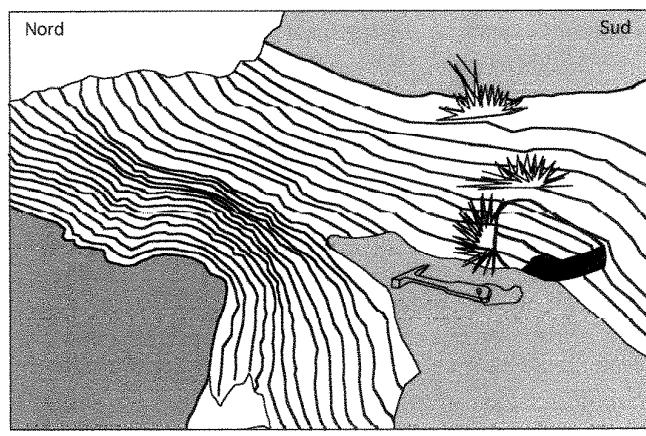


Photo 4. – Les dolomies laminaires (alternance de lits sombres et de lits clairs), déformées, du Callovien.

Photo 4. – The Callovian, banded and deformed, dolomites (alternating dark and light beds).

Evolution géodynamique

Dans les Pyrénées occidentales, l'Oxfordien se marque par une phase de forte transgression vers l'est, liée à la mise en place d'une plate-forme de type rampe carbonatée relativement stable, à polarité ouest (Delfaud, 1969 ; Lenoble, 1992). C'est après cette période, au Kimméridgien inférieur, que se produisent les mouvements tectoniques synsédimentaires.

La distension régionale NW-SE entraîne la réactivation de failles préexistantes SW-NE et l'individualisation de blocs mobiles, d'ouest en est :

– les blocs béarnais (Mailh Arrouy) sur lesquels la polarité ouest indique un basculement vers le nord-ouest (Peré, 1989) ;

– le haut fond d'Ossau à séries carbonatées réduites et faciès de haute énergie ;

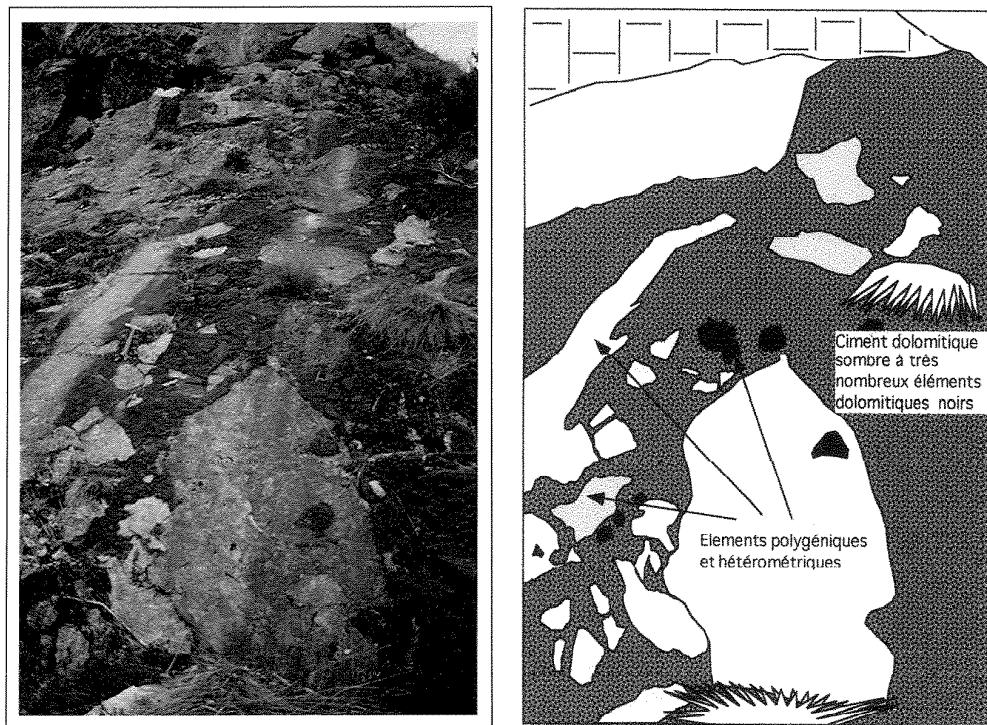


Photo 5. – Amas bréchique à la base de l'ensemble glissé supérieur.

Photo 5. – *Breccias in front of the upper slumped carbonate series.*

– les blocs de Bigorre occidentale et de Bigorre orientale, basculés vers le sud-est et séparés l'un de l'autre par la faille transverse de Lugagnan (fig. 3). C'est sur le dos des blocs bigourdans (Ouzous et Bagnères-de-Bigorre) que se sont produits les glissements.

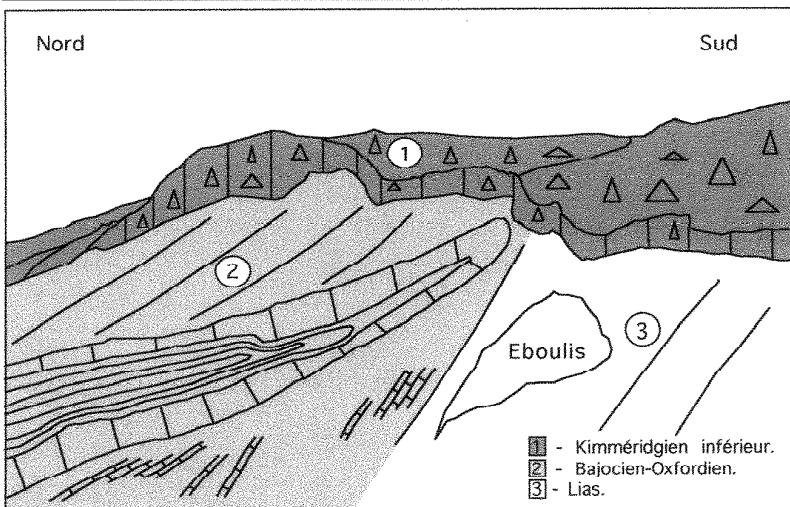
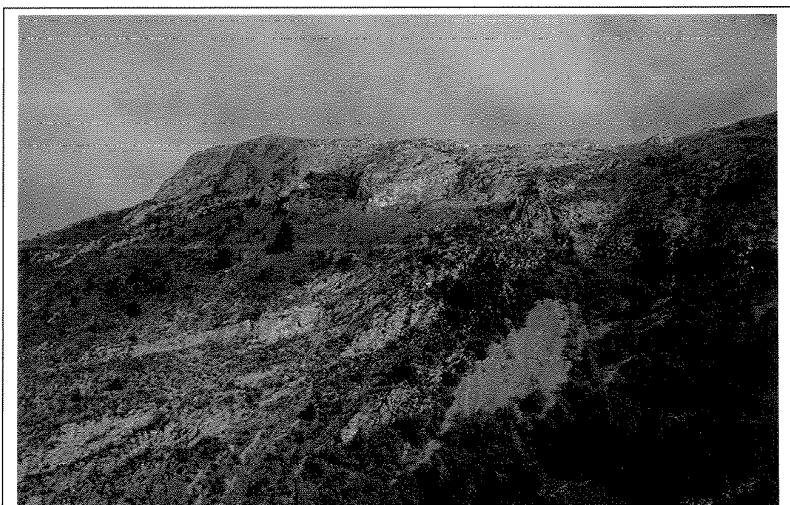
Ce court épisode d'instabilité est relayé, dès le Kimméridgien supérieur, par une longue période de stabilité propice à l'installation d'une plate-forme carbonatée peu subsidente précédant l'émergence régionale fini-jurassique.

Conclusion

La succession Jurassique d'Ouzous présente une importante masse glissée, slumped au sein du Kimméridgien, impliquant des sédiments du Callovien, de l'Oxfordien et du Kimméridgien inférieur. Une bréchification intense apparaît à la base de l'unité déplacée autrement dit au niveau de la surface de décollement.

Photo 6. – Au sud de Bagnères-de-Bigorre (3, figure 1), les calcaires bréchifiés et slumped du Kimméridgien recouvrent en discordance la succession des dépôts du Jurassique plus anciens (Lias à Oxfordien) et plissés.

Photo 6. – *South of Bagnères-de-Bigorre (3, figure 1), the Kimmeridgian brecciated and slumped limestones discordantly overlie the folded Jurassic (Lias to Oxfordian) deposits.*



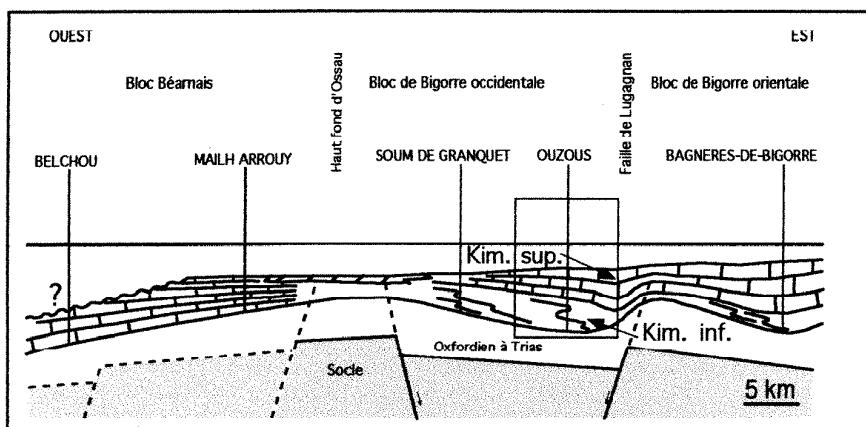


Fig. 3. – Coupe palinspastique schématique du Kimméridgien en Béarn et Bigorre. La masse glissée d'Ouzous se situe sur le bloc de Bigorre occidentale basculé avec affaissement vers le sud-est.

Fig. 3. – Schematic palinspastic cross-section of the Kimmeridgian in the Bearn and Bigorre areas. The Ouzous slumped mass is located on the western Bigorre tilted block.

Le glissement syn-sédimentaire, s'est opéré sur une pente sous-marine engendrée par le basculement vers l'ESE du bloc de Bigorre occidentale, sous l'effet d'une distension régionale NW-SE.

La faille normale de Lugagnan, accident transverse NE-SW à jeu normal et regard ouest, est donc pour responsable du basculement accompagnant ici la période de rifting crustal.

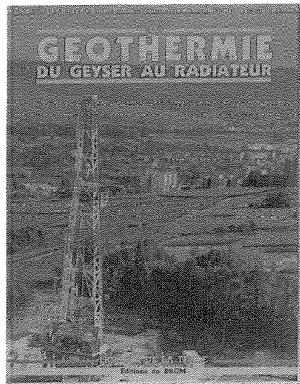
Connue à Bagnères-de-Bigorre, nouvellement décrite à Ouzous, observée également au Soum de Granquet, la phase kimméridgienne de distension ici considérée témoigne de l'instabilité de l'ensemble de la plate-forme ouest pyrénéenne pendant l'une des périodes majeures de l'ouverture de l'Atlantique Nord.

Références

- BOILLOT G. (1984). – Le golfe de Gascogne et les Pyrénées. In: "Les marges continentales actuelles et fossiles autour de la France" (G. Boillot, coord.), Masson éd., Paris, pp. 5-81.
- CANEROT J. (1987). – Evolution géodynamique jurassique et éocétacé de la Zone nord-pyrénéenne en Bigorre méridionale (région de Lourdes-Bagnères). Conséquences structurales. *C. R. Acad. Sci. Fr.*, **305**, (2), pp. 297-300.
- CANEROT J. , LENOBLE J.-L., MARCHAND D., THIERRY J. (1990). – Nouveau schéma de corrélations stratigraphiques du Dogger-Malm dans les Pyrénées occidentales françaises. *C. R. Acad. Sci. Fr.*, **311**, (2), pp. 1337-1343.
- CURNELLE R., DUBOIS P. (1986). – Evolution mésozoïque des grands bassins sédimentaires français : Bassin de Paris, d'Aquitaine et du Sud-Est. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (8), **2**, n° 4, pp. 529-546.
- DELFAUD J. (1969). – Essais sur la géologie dynamique du domaine aquitano-pyrénéen durant le Jurassique et le Crétacé inférieur. *Thèse Fac. Sci. Univ. de Bordeaux*. 5 vol., 875 p.
- LENOBLE J.L. (1992). – Les plates-formes carbonatées ouest-pyrénéennes du Dogger à l'Albien. Stratigraphie séquentielle et évolution géodynamique. *Thèse Univ. Paul Sabatier*, Toulouse, 395 p.
- MONTADERT L. (1984). – La marge continentale du Nord du golfe de Gascogne et le Bassin d'Aquitaine. In: "Les marges continentales actuelles et fossiles autour de la France" (G. Boillot, coord.), Masson éd., Paris, pp. 83-154.
- PEGRUM R. M., REES G., NAYLOR D. (1975). – Geology of the North-West European continental shelf. Vol. 2: The North Sea. Graham-Trotman Dudley Ltd., 225 p.
- PERE P. (1989). – La formation dolomitique du Mailh-Arrouy. Dogger-Kimméridgien inférieur. Etude à l'affleurement dans les chaînons béarnais du réservoir gazéifère de Meillon. Pyrénées occidentales (France). Sédimentation, Structuration, Diagenèse. Thèse de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour. 306p., 163 fig.
- REVERT J., DELFAUD J., AL SHIDI S., DELOFFRE R. (1991). – Un témoin des mouvements qui ont animé le Golfe de Gascogne au Kimméridgien : le complexe bréchique du Quercy. *C. R. Acad. Sci. Fr.*, **312**, (2), n° 9, pp. 1041-1049.
- VILLANOVA M. (1962). – Contribution à l'étude géologique de la région de Lourdes et du chaînon Pibeste-Estibete (Hautes Pyrénées). *Thèse Univ. P. Sabatier* (Toulouse). 2 t., 173 p.
- ZIEGLER P. A. (1988). – Evolution of the Arctic-North Atlantique and Western Tethys. *AAPG Memoir*, **43**, 197 p., 30 pl.

LA GÉOTHERMIE du geyser au radiateur

Jean-Michel COUDERT et Florence JAUDIN



Géothermie : le nom peut paraître barbare, il est seulement d'origine grecque : « Gé », qui veut dire Terre et « thermé » qui signifie chaleur. La géothermie concerne donc la chaleur de la Terre. D'où provient-elle, que peut-on en faire, comment peut-on l'utiliser, quel est son avenir, telles sont les principales questions auxquelles ce livre répond.

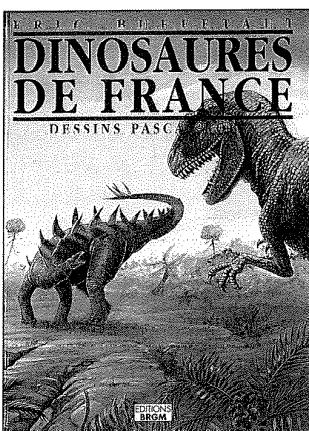
L'énergie géothermique, cette fausse énergie nouvelle utilisée bien avant le charbon ou le pétrole, est quelque peu méconnue par rapport à l'énergie solaire ou à l'énergie nucléaire. L'impact de l'énergie géothermique, au niveau mondial, ne sera jamais très important mais localement il peut être significatif.

Cet ouvrage se veut plus un point de départ, un livre d'initiation que la somme des connaissances dans le domaine de la géothermie.

**Prix : 95 F + 50 F de frais de port et d'emballage pour la France
et 60 F pour l'étranger**

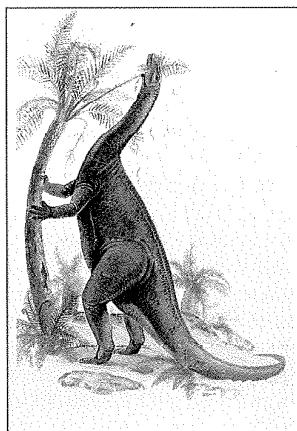
En vente chez votre libraire habituel ou à défaut aux :

Éditions BRGM, BP 6009 - 45060 Orléans Cedex 2 - France. Tél. 02 38 64 30 28
accompagné de votre titre de paiement.



DINOSAURES DE FRANCE

par Eric BUFFETAUT
Dessins Pascal ROBIN



Le mot "dinosaure" évoque aisément des visions exotiques de grands squelettes émergeant des sables du Désert de Gobi ou extraits laborieusement des "badlands" de l'Ouest américain. Les dinosaures, pourtant, sont proches de nous : des falaises du Boulonnais aux garrigues des Corbières, de nombreux restes de ces animaux ont été trouvés, depuis près de deux cents ans, dans diverses régions de France. Ossements, œufs et empreintes de pas découverts dans le sol français nous renseignent sur presque tous les stades de la longue histoire des dinosaures. Pourtant, ces dinosaures de France sont restés méconnus. Il s'agit souvent, il est vrai, de restes fragmentaires moins spectaculaires que les grands squelettes à peu près complets trouvés en d'autres lieux, et qui attirent le public dans les musées. Surtout les paléontologues français, à de rares exceptions près, ne leur ont pas accordé l'attention qu'ils méritaient, plus intéressés qu'ils étaient, par la reconstitution de l'histoire des mammifères et de l'évolution de l'homme.

Depuis quelques années, avec le regain d'intérêt pour les dinosaures qui se manifeste dans le monde entier, la recherche sur les dinosaures de France a pris un nouvel élan, tant sur le terrain, où les fouilles systématiques se multiplient, que dans les réserves des musées, où dormaient, depuis souvent des décennies, des fossiles souvent d'un grand intérêt.

Ce livre ne se veut pas un catalogue systématique et exhaustif des restes de dinosaures connus en France. Son but est plutôt de présenter les principaux sites ayant livré des dinosaures dans notre pays, dans l'ordre de la chronologie des temps géologiques, et de décrire les faunes de dinosaures qui se sont succédé, pendant près de 150 millions d'années, à l'emplacement de ce qui allait devenir le territoire français. L'aspect historique ne sera pas oublié, car derrière chaque découverte paléontologique, il y a des hommes, paléontologues professionnels ou amateurs, géologues, carriers, instituteurs, fermiers ou ecclésiastiques, qui tous, ont contribué d'une façon ou d'une autre, à faire progresser notre connaissance des dinosaures de France.

Relié, format 21 x 29,7 cm, 160 p., abondamment illustré, réf. 000167 **Prix : 150 F**

Éditions BRGM

Avenue Claude Guillemin - BP 6009
45060 ORLÉANS CEDEX 2
FRANCE - Tél. : 02 38 64 30 28

En vente chez votre libraire habituel ou, à défaut, aux Éditions BRGM. Veuillez dans ce cas nous envoyer un chèque du montant de votre commande augmenté de 50 F de frais de port et d'emballage pour la France et 60 F pour l'étranger.

AUX ÉDITIONS BRGM



MONTAGNES DU BRIANÇONNAIS

PROMENADES ET RANDONNÉES INITIATION A LA GÉOLOGIE

Marcel Lemoine,
Jean-Claude Barfety, Raymond Cirio
et Pierre Tricart

Une promenade ou une randonnée en montagne, c'est la joie de la marche et de l'effort ; mais ce sont aussi de magnifiques paysages, et le contact avec l'environnement végétal et animal, avec la vie de l'homme dans les villages et les alpages, brof l'accès à un patrimoine original. Une part du patrimoine nous est fournie par la mémoire des roches, qui remonte à la nuit des temps.

Marcel Lemoine, Jean-Claude Barfety, Raymond Cirio et Pierre Tricart vous apportent ici l'expérience qu'ils ont acquise durant des dizaines d'années passées à arpenter les montagnes briançonnaises. Rompus à une pédagogie adaptée à tous, jeunes et moins jeunes, «grand public» et enseignants, élèves et étudiants, ils vous feront connaître et aimer la géologie, grâce à la sélection de vingt-deux itinéraires, de moins d'une heure à une bonne journée, situés en majorité loin des sentiers battus.

Vous apprendrez ainsi à reconstituer des paysages anciens aussi variés que la forêt tropicale du Carbonifère, vieille de 300 millions d'années, l'île briançonnaise située, il y a 190 millions d'années, entre les mers du Dauphiné et du Piémont, l'océan alpin vieux de 170 millions d'années, le plissement des Alpes provoqué par le colossal affrontement des continents européen et africain, le façonnement de la montagne par les glaciers disparus et les torrents. Bref, vous pourrez «faire parler» les roches et les paysages de nos montagnes, et reconstituer une histoire vieille de plusieurs centaines de millions d'années.

ISBN : 2-7159-0782-6

Montagnes du Briançonnais

Promenades et randonnées, 12,5 x 24 cm

prix : 75 F

référence : 000170

Liste des guides disponibles au BRGM :

- Guide géologique du Parc national des Écrins, 12,5 x 24 cm,
prix : 75 F référence : 000152
- Pyrénées : 500 millions d'années, 11,5 x 24,5 cm,
prix : 75 F référence : 000118
- Queyras : un océan, il y a 150 millions d'années 12,5 x 24 cm,
prix : 75 F référence : 000147
- Géologie buissonnière en Morvan, 15,5 x 24 cm,
prix : 75 F référence : MD0308

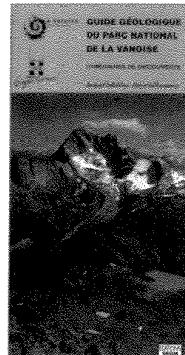
En vente chez votre libraire habituel

ou à défaut aux :

Éditions BRGM - BP 6009 - 45060 Orléans Cedex 2 - France

Tél. 02 38 64 30 28

Ajouter 50 F de frais de port et d'emballage pour la France et 60 F pour l'étranger.



GUIDE GÉOLOGIQUE DU PARC NATIONAL DE LA VANOISE

ITINÉRAIRES DE DÉCOUVERTE

Jacques Debelmas,
Jean-Paul Rampnoux

Par la variété de ses roches, de leur architecture et de leur histoire dont on peut déchiffrer les 300 derniers millions d'années, la Vanoise est un des hauts-lieux de la géologie alpine.

Ce guide décrit 6 itinéraires utilisant d'abord les routes de la Haute-Maurienne et de la Haute-Tarentaise, puis les GR qui pénètrent à l'intérieur du massif. Tous sont illustrés de photos et de dessins qui permettent d'avoir une bonne idée des matériaux rencontrés et de leur structure.

Ils sont naturellement précédés d'une introduction décrivant la succession des roches dans le temps, avec indication des milieux de formation correspondants, puis les déformations qu'elles ont subies lors du plissement alpin à l'œuvre depuis au moins 40 millions d'années.

Enfin, une carte géologique simplifiée à l'échelle du 100 000 (1 cm = 1 km) permet un repérage facile des grands ensembles géologiques.

ISBN : 2-7159-0781-8

Guide géologique du Parc national de la Vanoise, guide

et carte géologique en couleurs, 12,5 x 24 cm

prix : 75 F

référence : 000171

de Paris à Avallon, 12 x 22 cm,

prix : 40 F

référence : MD0211

de Marseille à Menton, 12 x 22 cm

prix : 40 F

référence : MD0213

Parc de Lorraine, 11,5 x 24,5 cm,

prix : 25 F

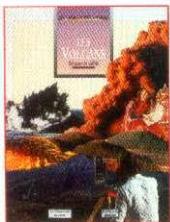
référence : 000135

Parc de Port Cros, 11,5 x 24,5 cm,

prix : 25 F

référence : 000108

LES SECRETS DE LA TERRE



À la fois redoutés pour leurs imprévisibles colères destructrices et fascinants par le spectacle grandiose de leurs éruptions, les volcans dispensent aussi des bienfaits grâce à l'extraordinaire fertilité de leurs sols, aux matériaux qu'ils rejettent et aux eaux thermales qu'ils réchauffent en leur sein. Jadis, sièges des dieux ou de l'enfer, les volcans font maintenant l'objet d'études scientifiques de plus en plus sophistiquées visant à reconstituer leur histoire individuelle, à comprendre leur fonctionnement et à diminuer les risques qu'ils font encourir. Les volcans seront encore pour quelques milliards d'années les fidèles et dangereux compagnons des hôtes de notre planète.

64 pages en couleurs, format 28 x 21 cm, relié.

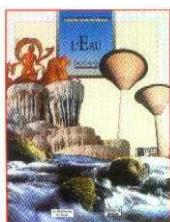
Référence 000204 - **Prix : 96 FF.**



Bien que toute naturelle la perfection des cristaux répond à des règles physiques et chimiques ordonnées. Naître, grandir et vieillir telle est la destinée du cristal à l'intérieur des roches qui composent la croûte terrestre. La minéralogie est la science qui permet de découvrir cette merveilleuse organisation où se mêlent, en toute modestie, les simples cristaux aux extraordinaires joyaux. Dès la préhistoire, l'Homme s'intéresse au minéral, depuis, une large place lui est consacrée dans l'évolution du savoir, des sciences et des techniques les plus modernes. Avec cet ouvrage nous vous invitons à découvrir une extraordinaire saga du règne minéral.

64 pages en couleurs, format 28 x 21 cm, relié.

Référence 000205 - **Prix 96 FF.**



L'eau, source de vie, à l'origine de la formation de la terre, est une substance extraordinaire aux propriétés multiples, c'est aussi un des éléments clefs avec le ciel et la terre. La molécule d'eau "H₂O", est présente dans notre quotidien sous trois formes : l'eau, la glace et la vapeur. La valeur de l'eau est inestimable, première ressource minérale du monde, sa protection et sa gestion sont indispensables à la survie de l'humanité, du règne animal et végétal. Alors, partons à la découverte de ce formidable élément indispensable à notre vie.

64 pages en couleurs, format 28 x 21 cm, relié.

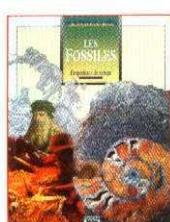
Référence 000206 - **Prix : 96 FF.**



Il y a quinze milliards d'années, le commencement de notre univers a été marqué par une colossale explosion, le big bang. Il est le coup d'envoi simultané de l'énergie, du temps, de l'espace et de la matière, c'est-à-dire de tout ce qu'il faut pour faire un monde. Dix milliards d'années plus tard, dans un système stellaire en formation, une petite planète, qui deviendra bleue, connaît une évolution géologique et biologique étonnante. L'Homme d'aujourd'hui, qui en est un des extraordinaires aboutissements, a su reconstituer cette histoire inouïe.

64 pages en couleurs, format 28 x 21 cm, relié.

Référence 000201 - **Prix : 96 FF.**

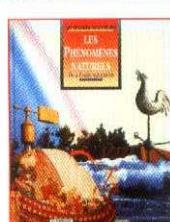


Des mythiques dinosaures, aux plus petites coquilles marines, c'est un voyage dans le monde de la paléontologie qui nous invite à la découverte de l'histoire de notre planète à travers sa fantastique évolution biologique.

Les fossiles, rouage d'une fabuleuse machine à remonter le temps, nous entraînent si près des frontières de l'étrange, que vous ne pouvez l'imaginer.

64 pages en couleurs, format 28 x 21 cm, relié.

Référence 000203 - **Prix : 96 FF.**



Les phénomènes présentés sont naturels, certes, mais ils étonnent soit par leur soudaineté, soit par leurs conséquences catastrophiques, soit par leur beauté ...

Des cyclones aux marées, de l'orage à l'arc-en-ciel, des geysers aux aurores boréales, une promenade à travers la météorologie, la géologie, l'océanographie et aussi l'histoire des Sciences.

64 pages en couleurs, format 28 x 21 cm, relié.

Référence 000202 - **Prix : 96 FF.**

A paraître :

Environnement, la vie de notre planète
Dinosaures, la nuit des origines
Espèces disparues, les oubliés de l'histoire

Tremblements de Terre, la colère des profondeurs
Les climats, de la pluie et du beau temps
Les richesses de la Terre, mode d'emploi

BON DE COMMANDE à remettre à votre librairie ou à défaut à retourner aux Editions BRGM - BP 6009 - 45060 ORLÉANS CEDEX 2, France

A EXPÉDIER :

Nom

Prénom

Adresse

.....

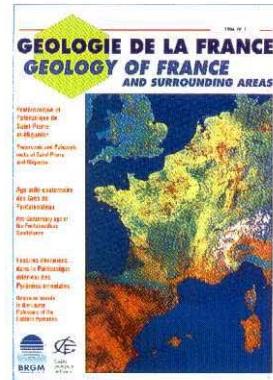
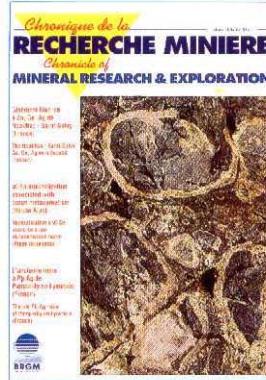
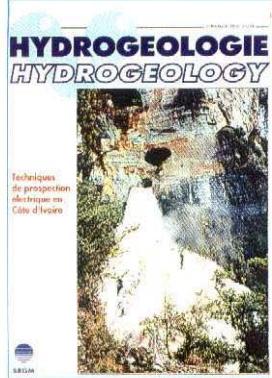
		PRIX UNITAIRE	TOTAL
<input type="checkbox"/>	LA TERRE ET L'UNIVERS	.....exemplaire(s)	96 FF .....FF
<input type="checkbox"/>	LES FOSSILES	.....exemplaire(s)	96 FF .....FF
<input type="checkbox"/>	LES PHÉNOMÈNES NATURELS	.....exemplaire(s)	96 FF .....FF
<input type="checkbox"/>	LES CRISTAUX ET MINÉRAUX	.....exemplaire(s)	96 FF .....FF
<input type="checkbox"/>	L'EAU	.....exemplaire(s)	96 FF .....FF
<input type="checkbox"/>	LES VOLCANS	.....exemplaire(s)	96 FF .....FF

FRAIS DE PORT

15 F par exemplaire

TOTAL GÉNÉRAL

Date Signature



Revue scientifique et technique, Hydrogéologie est destinée aux spécialistes de l'eau souterraine : chercheurs conduisant des travaux sur les processus hydrodynamiques et géochimistes, modélisateurs, ingénieurs et praticiens de la prospection, de l'exploitation et de la gestion des nappes. Dédiée à un seul objet, l'eau souterraine et ses interfaces, Hydrogéologie publie des travaux concernant aussi bien les milieux de climat tempéré que les zones tropicales et arides.

Les articles peuvent porter sur des avancées dans la connaissance fondamentale et son application, des présentations de nouveaux outils, des études de cas ou encore des synthèses thématiques ou régionales. Régulièrement, la revue publie des numéros thématiques. Elle procède également à des analyses d'ouvrages et à des présentations de séminaires et colloques.

Hydrogéologie is a scientific and technical journal aiming at ground-water specialists, including researchers studying hydrodynamic processes, and geochemists, modellers, engineers and technicians prospecting for, exploiting or managing ground-water. Entirely devoted to ground water and related subjects, Hydrogéologie publishes papers on topics in temperate as well as in tropical and arid zones. Papers may cover advances made in fundamental knowledge and their applications, introduce new tools, discuss case histories or review particular themes or regions. The journal publishes entire issues devoted to specific themes on a regular basis. It also presents book reviews and covers seminars and conferences.

Prix de vente au numéro :

Année en cours et année précédente : 190 F
Année antérieure (réduction de 50 %) : 95 F

Règlement par chèque bancaire libellé au nom des Éditions BRGM - BP 6009 45060 Orléans Cedex 2

Abonnement 1996 :

Abonnement par revue :

Abonnement aux 3 revues, 12 numéros

Chèque à établir à l'ordre de : Éditions BRGM, 3 avenue Claude Guillemin, BP 6009, 45060 Orléans Cedex 2

France : 650 F Étranger : 700 F

France : 1 800 F Étranger : 1 900 F

ISSN 0246-0874 © Éditions BRGM - BP 6009

45060 Orléans Cedex 2 - France

Directeur de la publication : Gérard Sustrac

Commission paritaire : N° 624 ADEP

Dépôt légal : 4^e trimestre 1996

Imprimerie P. Oudin, Poitiers, France.



9 780246 087409

La Chronique de la recherche minière s'adresse aussi bien aux scientifiques qui font progresser les connaissances fondamentales sur la géologie des gîtes minéraux qu'aux géologues d'exploration.

Les contributions proposées à la revue doivent être inédites et traiter de sujets relatifs aux gisements de métaux et de minéraux industriels (descriptions de gisements, synthèses régionales ou thématiques, case histories de découvertes) et à leur prospection (méthodes et outils d'exploration) ; elles peuvent également concerner les méthodes de traitement et l'économie minière.

A côté des articles scientifiques, les communications scientifiques et techniques sont destinées à favoriser la publication rapide de résultats nouveaux sur des sujets qui n'ont pas encore fait l'objet d'études scientifiques détaillées (par exemple une découverte de gisement), ou pour présenter de courtes contributions sur des sujets techniques d'intérêt général.

Chronique de la Recherche Minière is a journal aiming at both researchers studying the fundamental geology of mineral deposits and exploration geologists.

Contributions to the journal must not have been previously published and should cover topics relating to metalliferous and industrial mineral deposits (descriptions of deposits, regional and thematic reviews, case histories of discoveries) and their prospection (methods and tools used); contributions will also be welcome on methods of processing and on mining economics.

Apart from scientific papers, the scientific and technical communications are aimed at enabling rapid publication of new results relating to work which has not yet been the subject of detailed scientific study (for example, the discovery of a deposit), or at providing short contributions on technical subjects of general interest.

Destiné aux chercheurs, enseignants, praticiens, tout public français ou étranger, Géologie de la France a pour vocation de diffuser les résultats de travaux relevant de toutes les disciplines des Sciences de la Terre et concernant le territoire français et les régions voisines.

Ces travaux peuvent relever de la connaissance géologique de base, correspondre à des actions de recherche ou être liés à des opérations de géologie appliquée.

L'objectif est d'appréhender tous les aspects de la géologie du substrat comme ceux de la surface. La prise en compte des régions voisines traduit le souci de ne pas être lié à des limites administratives mais de favoriser la compréhension d'ensembles géologiques cohérents.

Géologie de la France est ouvert à tous, auteurs français et étrangers. La revue accueille tout à la fois des articles importants et des notes brèves.

Géologie de la France is a journal aiming at researchers, teachers, those to whom the knowledge of geology is essential to their work and the general interested public in France and elsewhere. It is devoted to the publication of results of projects related to all disciplines of the Earth Sciences, both in France and in the surrounding regions.

Papers may cover fundamental geological knowledge, or be related to specific research or applied geology programmes.

The aim is to cover all aspects of both subsurface and surface geology. By taking into account surrounding regions, studies need not be restricted by national boundaries, but can take into account entire geological entities.

The journal welcomes publications from both French and other authors, both full-length papers and short notes.