



# Géologues

REVUE OFFICIELLE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE  
*Géosciences appliquées*

Lias

Turonien

Cénomaniens sup.

Albo-Cénomaniens

Aptien

Barrémien

Fm Jbel Sidal

Basalte B2

Barrémien

Fm Iouaridene

**Le Maroc, paradis des géologues**

# Géologues

**DIRECTEUR DE PUBLICATION :**

Sylvain CHARBONNIER

**RÉDACTEUR EN CHEF :**

Marc BLAIZOT

**CHARGÉ DE MISSIONS :**

Gérard SUSTRAC

**COMITÉ DE RÉDACTION :**
**• SECTION GÉOLOGIE DE L'INGÉNIEUR**

 Marc BRISEBARRE  
 Marianne CHAHINE  
 Denis FABRE

**• SECTION EAU**

 Jean-Pierre FAILLAT  
 Anthony LE BEUX  
 Lahcen ZOUHRI

**• SECTION GÉOPHYSIQUE**

 Antoine BOUVIER  
 Christian HERRISSON  
 Jean-Marc MIEHE

**• SECTION SUBSTANCES MINÉRALES**

 Michel JÉBRAK  
 Christian POLAK  
 Véronique TOURNIS

**• SECTION ÉNERGIE**

 Jean-Jacques JARRIGE  
 Alain MASCLE  
 Valérie VÉDRENNE

**• SECTION ENSEIGNEMENT ET RECHERCHE**

 Christian BECK  
 Roselyne FRIEDENBERG  
 Didier NECTOUX  
 Cyril SCHAMPER

**MISE EN PAGE ET COUVERTURE :**

COM'IN - 45000 ORLEANS

*Géologues est la revue officielle de la  
 Société Géologique de France.*
*Géosciences Appliquées.*
*Association loi de 1901, fondée en 1830  
 et reconnue d'utilité publique par  
 Ordonnance du Roi du 3 avril 1832.*
**SIÈGE SOCIAL :**

77, rue Claude Bernard - 75005 PARIS

Téléphone : 01 43 31 77 35

Télécopie : 01 45 35 79 10

E mail : accueil@geosoc.fr

Site Internet : www.geosoc.fr

Imprimé en France par

CHEVILLON IMPRIMEUR

89101 SENS

Commission paritaire

CPPAP n°0120G82626

Tirage : 700 exemplaires

Dépôt légal à parution


 Marc Blaizot<sup>1</sup>,  
 Rédacteur en chef  
 de « Géologues »

 Michel Jebrak<sup>2</sup>,  
 Membre de la section  
 Substances minérales de « Géologues »

C'est unanimement et avec enthousiasme que le comité de rédaction a décidé de lancer ce numéro spécial intitulé « Le Maroc, paradis des géologues », reprenant le principe des numéros régionaux sur lequel "Géologues" avait beaucoup misé, il y a 5 à 10 ans, à la grande satisfaction de ses lecteurs qui y font toujours référence. Nous avons « seulement » étendu le concept de région à un pays tout entier englobant du même coup, beaucoup de provinces géologiques, du Maroc méditerranéen au Maroc africain en passant par le Maroc atlantique et le Maroc alpin et intégrant aussi *de facto*, à travers cet exemple particulièrement pédagogique, toute l'histoire géologique de la Planète, du Précambrien au Quaternaire.

S'inscrire, à travers ce numéro « national », dans une si longue période de temps et dans un si vaste et si varié territoire, c'était aussi permettre à tout géologue, dans tous ses domaines de prédilection, de se mobiliser, soit pour être rédacteur didactique, soit pour être lecteur avisé. Car au-delà de *l'immense intérêt de la géologie marocaine*, cela a été la raison de cette escapade hors de France : *diffuser plus largement la revue* en étendant son lectorat au public francophone international et faire participer une nouvelle communauté de rédacteurs, marocains pour l'essentiel.

Que nos collègues qui ont répondu si tôt et si profondément présents, en particulier André Michard, cheville ouvrière de ce numéro, soient ici remerciés : sans leur implication depuis plus d'un an, ce numéro n'aurait pas pu naître et n'aurait pas bénéficié de tous leurs résultats et découvertes récentes, qui en font, croyons-nous, tout son attrait. Nos collègues marocains ont démontré la variété de leurs compétences et leur enthousiasme. On verra en effet, à travers tous ces articles, que tant la géologie fondamentale que la géologie appliquée trouvent au Maroc un champ de réflexions et d'actions privilégié et *que, surtout, elles se nourrissent l'une l'autre*. C'est particulièrement le cas des recherches fondamentales et des réalisations industrielles innombrables dont on trouvera des exemples tant en aménagements qu'en hydrogéologie, qui se sont multipliés ces 20 dernières années, dans un pays à la croissance quasi ininterrompue.

Un peu partout, la géologie régionale a profité des données acquises et des interprétations réalisées dans les géosciences appliquées : qu'on songe à l'ensemble des bassins sédimentaires français dont la connaissance a été amplifiée et parfois révolutionnée par l'exploration pétrolière et minière et les avancées majeures qu'elles ont permises en géologie fondamentale, géophysique, géochimie, cartographie ou modélisations dont le dernier numéro de Géologues s'est fait largement l'écho. Le prochain pas en avant, pour le bassin de Paris, sera bien sûr, l'intégration des données acquises dans le cadre du projet du Grand Paris, qui seront mises, grâce à l'action de la SGF et au soutien bienveillant de la Société du Grand Paris, à la disposition des universitaires.

Ce numéro veut ainsi participer pleinement à *cette relation forte, indispensable entre géologie fondamentale et géologie appliquée*, pierre angulaire de la SGF renouvelée et renforcée depuis sa fusion avec l'UFG. Il nous semble d'ailleurs, que c'est pour la revue "Géologues", une option stratégique dont nous aurons, à travers l'enquête que nous allons lancer auprès de vous, fin 2017, l'occasion de reparler et de débattre.

Puisse ce nouveau numéro spécial « Maroc », fruit de cette coopération internationale entre tous les géologues quelle que soit leur discipline, être une première brique et fasse des émules pour d'autres numéros « nationaux » dans les années qui viennent ! Bonne lecture ! Bon voyage !

1. Courriel : marc.blaizot@laposte.net

2. Courriel : jebrak.michel@uqam.ca

Première de couverture : La série crétacée du flanc sud du synclinal d'Ait Attab (Haut Atlas central). Voir l'article de Charrière et Haddoumi, dans ce volume (cliché A. Charrière).

## 4 GÉOLOGIE FONDAMENTALE : ÉTAT DES CONNAISSANCES ET RÉSULTATS RÉCENTS

Les grandes régions géologiques du Maroc ; diversité et soulèvement d'ensemble .....	4
<i>André Michard, Omar Saddiqi, Yves Missenard, Mostafa Oukassou, Jocelyn Barbarand</i>	
Rif externe : comment comprendre et expliquer le chaos apparent ? .....	13
<i>Dominique Frizon de Lamotte, Mohamed Najib Zaghloul, Faouziya Haissen, Geoffroy Mohn, Remi Leprêtre, Oriol Gimeno-Vives, Achraf Atouabat, Mohamed El Mourabet, Anass Abassi</i>	
Déformation active du Rif : GPS, sismicité et géologie montrent l'expulsion d'un coin crustal sud-occidental .....	16
<i>Ahmed Chalouan, Jesus Galindo-Zaldivar, Antonio J. Gil, Kaoutar Bargach</i>	
La Meseta, un terrain vagabond ou la marge fragmentée de l'Anti-Atlas ? .....	19
<i>Christian Hoepffner, Hassan Ouainimi et André Michard</i>	
La tectonique de l'Atlas : âge et modalités .....	24
<i>Hassan Ibouh et Driss Chafiki</i>	
Dater les couches rouges continentales pour définir la géodynamique atlasique .....	29
<i>André Charrière et Hamid Haddoumi</i>	
Le Précambrien à la bordure nord du craton ouest-africain (Anti-Atlas et Haut Atlas, Maroc) .....	33
<i>Abderrahmane Soulaïmani, Kevin Hefferan</i>	
Dorsale Reguibat et Massif des Oulad Dlim, l'avancée des connaissances .....	37
<i>Pilar Montero, Fernando Bea, Faouziya Haissen, José Francisco Molina-Palma, Francisco González-Lodeiro, Abdellah Mouttaqi, Abdellatif Errami</i>	

## 47 MÉTALLOGÉNIE ET SUBSTANCES MINÉRALES

Géodynamique et cyclicité métallogénique au Maroc .....	47
<i>Dominique Gasquet et Alain Cheilletz</i>	
Les mines et la métallogénie du Maroc .....	52
<i>Michel Jébrak</i>	
Les dérangements de la série phosphatée dans le district minier de Khouribga (Maroc) : une esquisse de leur origine et de leurs méthodes de cartographie sous couverture quaternaire .....	54
<i>Nadia El Kiram, Azzouz Kchikach, Mohamed Jaffal, José Antonio Pena, Teresa Teixido, Roger Guerin, Oussama Khadiri Yazami et Es-Said Jourani</i>	
Les schistes bitumineux au Maroc .....	63
<i>Laurent de Walque</i>	

## 68 HYDROGÉOLOGIE

Apports de la géologie du Maroc à la gestion et la planification de ses ressources en eau souterraine .....	68
<i>Omar Fassi Fihri</i>	
Évaluation du potentiel des ressources en eau souterraine d'un bassin hydrogéologique d'extension régionale. Cas du bassin du Sebou (Maroc) .....	73
<i>Mohamed Sinan, Abdessadek Chtaini, J. Filali Jaouad</i>	
Utilité du monitoring des forages d'exploitation d'eau pour la rationalisation de l'irrigation agricole au Maroc .....	78
<i>Fouad Amraoui</i>	
Apport des outils isotopiques à la compréhension du fonctionnement des aquifères marocains et à la quantification de leurs ressources - Cas du Bassin de Sebou .....	83
<i>Soumaya Sefrioui, Omar fassi Fihri et Hamid Marah</i>	

## 87 AMÉNAGEMENTS ET GÉOTECHNIQUE

Activités néotectoniques et mouvements de terrain dans le Prérif (Secteur de l'autoroute Fès-Taza, Nord Maroc) .....	87
<i>Hassan Tabbyaoui, Benoît Deffontaines, Fatima El Hammichi, Abdel-Ali Chaouni et Samuel Magalhaes</i>	
Étude de l'érosion pluviale des talus autoroutiers au Maroc et proposition d'un système de protection par arcades bétonnées : application aux sections Tanger-Port Tanger Med et Fès-Taza .....	93
<i>Amal Chehlafi, Azzouz Kchikach et Abdelkrim Derradji</i>	
La construction des barrages et la politique de mobilisation des eaux de surface au Maroc .....	100
<i>Khalid El Ghomari</i>	
Adaptations d'un projet de barrage en cours de construction : l'exemple du barrage de Moulay Bouchta en zone de flysch altéré .....	106
<i>Ahmed F. Chraïbi et Abdelaaziz Zaki</i>	

## 112 PATRIMOINE GÉOLOGIQUE

Patrimoine géologique marocain et développement durable : l'exemple du Dévonien du Tafilalt, Anti-Atlas oriental .....	112
<i>Ahmed El Hassani, Sarah Aboussalam, Thomas Becker, Mohamed El Wartiti et Farah El Hassani</i>	
Les marqueurs permien comme patrimoine géologique à promouvoir et à protéger dans le massif hercynien du Maroc central .....	118
<i>Mohammed El Wartiti, Mohamed Zahraoui et Ahmed El Hassani</i>	