N°3
SEPTEMBRE 2025
GÉOSCIENCES & SOCIÉTÉ
25 €

TERRE & SCIENCES

DOSSIER

RENDRE VISIBLES LES EAUX SOUTERRAINES

GÉOPATRIMOINE

Les *khettaras* du Maroc

Une coédition
Société Géologique de France
avenia
Géosciences pour une Terre durable
brgm

Revue d'information trimestrielle en Sciences de la Terre, coéditée par la Société géologique de France, le BRGM et le Pôle Avenia.

ISSN : 3077-5213

© P. Marchet

Galerie de captage des écoulements souterrains à la base de la coulée volcanique, Puy de Louchadière (63).

Comité de direction
Directeur de la publication : Laurent Jolivet
Rédacteur en chef : Bernard Fourcade
Secrétaire de rédaction : Sébastien Frapier
Représentant de la SGF : François Baudin
Représentant du BRGM : Maxime Padel
Représentant du Pôle Avenia : Jérôme Gouin

Comité de rédaction
Christine Appia - Marc Blaizot
Marianne Chahine - Laurence Chery
Françoise Debrenne - Françoise Dreyer
Jean-Pierre Faillat - Philippe Lagny
François Leparmentier - Pierre Marchet
Pascal Marteau - Élise Nardin
Vincent Thiéry - Lahcen Zouhri

Correspondants
Juliette Cerceau - Jean Féraud - Yann Gunzburger
Emmanuelle Jammart - Michel Jébrak (Canada)
Jérémie Melleton - Gian-Luigi Pillola (Italie)

Administration
Revue fondée en 2025 par la Société géologique de France, issue des revues historiques *Géologues* et *Géochronique*.
Siège : Société géologique de France,
77 rue Claude Bernard, 75005 Paris
ISSN : 3077-5213 / e ISSN : 3095-4193
CPPAP : n°0129 G 88662
Dépôt légal : à parution
Maquette : Infiniment Graphic - Sébastien Frapier
Impression sur papier écologique :
Adunat Communication
28 route du Sémaphore
44420 PIRIAC

Le prochain numéro paraîtra en décembre 2025.

Les opinions exprimées dans les articles de cette revue n'engagent que les auteurs.

Contact : terreetsciences@geosoc.fr

Régie publicitaire EDIF
01 43 53 64 00 - edition@edif.fr

ABONNEZ-VOUS À
TERRE & SCIENCES

- En flashant ce code
- Depuis le site de la SGF : https://urls.fr/X-_zEz
- En nous renvoyant le bulletin d'abonnement que vous trouverez à la fin de ce numéro

TERRE & SCIENCES

N°3
Septembre 2025

Société Géologique de France
Géosciences pour une Terre durable brgm
avenia

ACTUALITÉS

Le jour du dépassement 2025
Le BRGM publie son rapport annuel 2024
Le rapport annuel 2025 du Haut Conseil pour le Climat
Congrès de l'APF 2025 à Lille
Les grands enjeux de l'énergie
Olympiades internationales de Géosciences Une année de sélection et de préparation
Nominations / À vos agendas !
32ème édition des Rencontres Géole
30 ans d'études hydrogéologiques sur les Grands Causses 2

GÉOPATRIMOINE

Les *khettaras* du Maroc 14

SOCIÉTÉ

La journée Vigie Terre : première rencontre du réseau de sciences participatives 64

HISTOIRE DES SCIENCES

Vers le modèle de la **tectonique des plaques** 68

HOMMAGE

Jean-Marie Vila
Jacky Rousselle
Ils nous ont aussi quittés… 74

ANALYSES D'OUVRAGES

78

RÉALITÉ TERRAIN

Les sentiers karstiques de la FFS
La spéléologie
La randonnée hydrogéologique
Le suivi écocitoyen 54

DOSSIER

Comment mieux rendre visibles les eaux souterraines ? 18

Coord. : Laurence Chery[1], Pierre Marchet[1,2] et Alexis Robert[2]
[1]Comité Français d'Hydrogéologie de l'Association Internationale des Hydrogéologues
[2]Association des Hydrogéologues des Services Publics

1 > Évolution et recensement des formations supérieures en hydrogéologie et géosciences 20
2 > Formation des futurs enseignants à la démarche d'investigation *via* l'intervention d'une chercheuse sous le prisme de l'hydrogéologie 24
3 > Le Musée Mohammed VI de la Civilisation de l'Eau 30
4 > Le programme Stygofaune : vers un bio-indicateur de la qualité des eaux souterraines 32
5 > Ressources pédagogiques disponibles sur les eaux souterraines 35
6 > La maquette hydrogéologique : un outil de médiation scientifique pour tous les publics 35
7 > Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines : le SIGES pour l'accès à la connaissance hydrogéologique 38
8 > La vidéo, instrument de recherche, formation et diffusion au service des eaux souterraines 42
9 > Valorisation des connaissances sur les eaux souterraines dans trois parcs naturels régionaux du Sud de la France 44
10 > Pok-speleo.fr, l'outil participatif d'inventaire des sites karstiques pollués 47
11 > « Mention Potable », un jeu interactif pour comprendre les enjeux des eaux souterraines de Charente-Maritime 50
12 > L'infiltration c'est la solution ! Slogan du programme départemental « Infiltr'Eau 53 » 53

Comment mieux rendre visibles les eaux souterraines ?

De la formation à la communication

Coordinateurs du dossier : Laurence Chery
Comité Français d'Hydrogéologie de l'Association Internationale des Hydrogéologues

Pierre Marchet
Comité Français d'Hydrogéologie de l'Association Internationale des Hydrogéologues
Association des Hydrogéologues des Services Publics

Alexis Robert
Association des Hydrogéologues des Services Publics

Les eaux souterraines constituent une ressource vitale, mais elles demeurent invisibles aux yeux de la majorité des personnes. Leur perception reste souvent fantasmée, nourrie de mythes et d'images approximatives : - « veines d'eau », « rivières cachées », « lacs souterrains »... - qui entretiennent l'idée d'un monde mystérieux, plutôt que celle d'un système naturel, certes complexe et fragile, mais dont les principes physiques sont maintenant bien connus. On voit ainsi fleurir nombre de mauvaises représentations, y compris celles établies par des professionnels de l'eau, dans leurs écrits et conversations sur le sujet. Cette méconnaissance du public en limite la compréhension, alors même que les pressions climatiques et anthropiques accentuent la vulnérabilité de cette ressource.

La communauté scientifique appelle depuis longtemps à « rendre visible l'invisible ». En 2022, l'UNESCO a consacré la Journée mondiale de l'eau à cette thématique. En France, l'année scolaire 2024-2025 a été dédiée aux Géosciences par le ministère de l'Éducation nationale et de la jeunesse et par le CNRS, qui soulignent ainsi combien la formation et la diffusion des savoirs sont essentielles pour préparer l'avenir. Le dossier du n°1 de *Terre & Sciences*, consacré à l'Année des Géosciences, constate que celles-ci « sont cruciales pour anticiper et répondre aux problématiques d'avenir », et que, pour relever ces défis, il est impératif de sensibiliser les jeunes générations et de les informer de l'existence de formations et de métiers d'avenir.

Dans le domaine des Géosciences, les eaux souterraines sont encore moins bien connues que les roches, au sein desquelles elles s'écoulent ; ces dernières sont visibles au moins par leurs affleurements, alors que les eaux souterraines ne sont clairement visibles que lorsqu'elles reviennent à la surface par des sources, ou, de manière souvent très discrète, par l'alimentation de cours d'eau à travers leurs berges ou encore de zones humides. Le constat de cette invisibilité est partagé par les hydrogéologues du monde entier, notamment dans les différents comités nationaux de l'Association Internationale des Hydrogéologues.

C'est dans cette perspective de « rendre visible l'invisible » que s'inscrit ce numéro de *Terre & Sciences*, coordonné par le Comité Français d'Hydrogéologie de l'AIH et l'Association des Hydrogéologues des Services Publics. Le dossier ambitionne à la fois de montrer la diversité des formations et des métiers liés à l'hydrogéologie, science des eaux souterraines, et de mettre en lumière la créativité des démarches de communication et de médiation qui contribuent à sensibiliser l'ensemble des publics.

Former et transmettre

Plusieurs articles dressent un panorama des formations diplômantes en hydrogéologie en France et des approches pédagogiques innovantes. Ils rappellent que la transmission de ces savoirs passe aussi par la formation des enseignants, capables

d'intégrer la démarche scientifique et la culture de projet dans leur pratique. D'autres contributions mettent en avant le rôle d'outils originaux : ainsi, la stygofaune apparaît comme bio-indicateur de la qualité des eaux, et des musées, tel celui de la Civilisation de l'Eau à Marrakech, participent à inscrire la connaissance de l'eau souterraine dans un patrimoine partagé.

Communiquer et sensibiliser

La communication et la médiation scientifique sont au cœur du dossier. Les initiatives décrites sont multiples : maquettes interactives pour visualiser les circulations d'eau, systèmes d'informations numériques, vidéos de recherche et de formation, expositions pédagogiques dans les parcs naturels régionaux, jeux interactifs comme « *Mention Potable* », fresques de l'eau ou encore slogans et dispositifs participatifs tels que « *Infiltr'Eau 53* ». Ces expériences montrent combien la vulgarisation prend des formes variées, mobilisant ingénieurs, chercheurs, enseignants, institutions et collectivités.

Expérimenter sur le terrain

Le terrain offre aussi un formidable support d'apprentissage et de sensibilisation. Sentiers karstiques, randonnées hydrogéologiques, observatoires participatifs comme « Voccenappe » : autant de façons d'ancrer la connaissance scientifique dans l'expérience directe. Ces initiatives rapprochent les citoyens des réalités de la ressource en eau et favorisent ainsi l'appropriation collective des enjeux.

Valoriser le géopatrimoine

Enfin, le dossier élargit la réflexion au géopatrimoine hydraulique, en explorant l'ingénieux système des *khettaras* marocaines. Ces systèmes hydrauliques traditionnels illustrent la longue histoire des savoir-faire, des relations entre sociétés et eaux souterraines, et renforcent le lien entre savoir scientifique, culture et mémoire des territoires.

À travers la variété de ses contributions, ce numéro montre que rendre les eaux souterraines visibles n'est pas seulement une affaire de science : c'est un projet collectif qui mobilise formation, communication, terrain et patrimoine, tous structurés et avec une médiation adaptée à des publics variés. En croisant savoirs, pédagogie et médiation, il invite chacun - ingénieurs, chercheurs, enseignants, décideurs, citoyens - à prendre conscience de l'existence de cette ressource invisible mais pourtant essentielle, et à agir pour sa protection durable.

Renforcer la place des eaux souterraines dans les politiques éducatives, scientifiques et culturelles contribue à une gestion plus éclairée et partagée de cette ressource indispensable à nos sociétés et aux écosystèmes. ■

La Fosse Dionne est une source vauclusienne (Tonnerre, Yonne) aménagée en lavoir circulaire depuis 1758. La galerie noyée, bien visible depuis la surface, s'enfonce avec des conduits jusqu'à 70 m de profondeur ! Elle émerge au sein des calcaires oolitiques jurassiques de Tonnerre avec une porosité totale jusqu'à 30 %. Son nom est issu de deux toponymes : fosse qui désigne une dépression profonde, et Divona, divinité gauloise des gouffres et des sources. À l'époque gallo-romaine, la fosse Dionne est utilisée pour alimenter en eau un oppidum. Son alimentation est complexe, d'une part par l'infiltration des pluies dans les calcaires du plateau karstique, par des eaux s'infiltrant rapidement dans des gouffres d'effondrement (gouffre d'Athée), mais aussi par des pertes de rivières (l'Armançon et la Leigne). Ainsi, les débits moyens mensuels varient de 100 à 600 L/s, avec un débit maximal pouvant atteindre 3 000 L/s (15/03/2001 !).

© P. Marchet