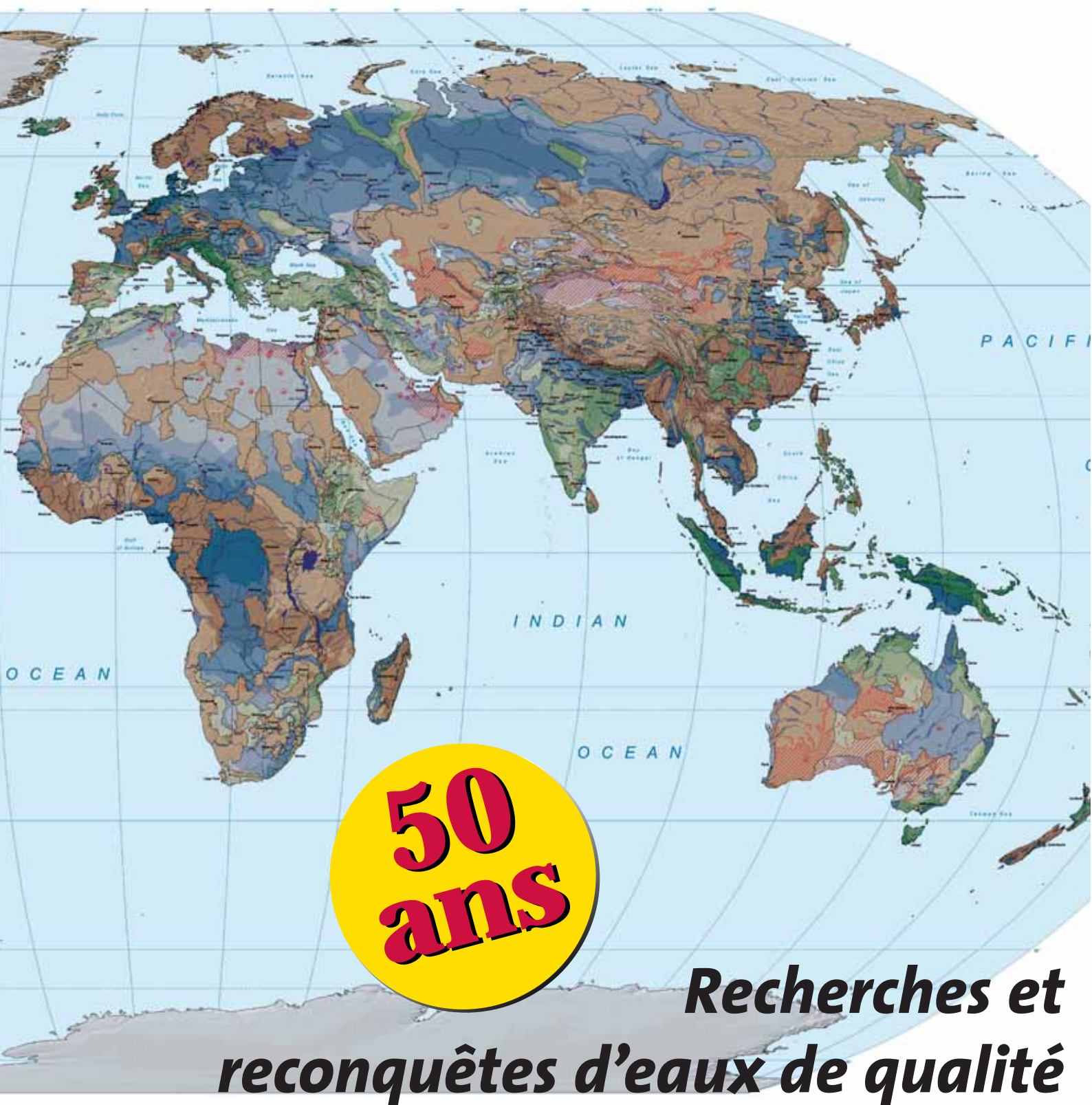


Géologues

REVUE OFFICIELLE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
Géosciences appliquées



**50
ans**

**Recherches et
reconquêtes d'eaux de qualité**

DIRECTEUR DE PUBLICATION :
Sylvain CHARBONNIER

RÉDACTEUR EN CHEF :
Marc BLAIZOT

RÉDACTEUR EN CHEF ADJOINT :
Gérard SUSTRAC

COMITÉ DE RÉDACTION :

• SECTION GÉOLOGIE DE L'INGÉNIEUR

Marc BRISEBARRE
Denis FABRE

• SECTION EAU

Jean-Pierre FAILLAT
Anthony LE BEUX
Lahcen ZOUHRI

• SECTION GÉOPHYSIQUE

Antoine BOUVIER
Christian HERISSON
Jean-Marc MIEHE

• SECTION SUBSTANCES MINÉRALES

Michel BORNUIAT
Michel JÉBRAK
Alain LIGER
Christian POLAK
Véronique TOURNIS

• SECTION ÉNERGIE

Jean-Jacques JARRIGE
Alain MASCLE
Daniel NORMAND
Valérie VÉDRENNE

• SECTION ENSEIGNEMENT ET RECHERCHE

Christian BECK
Roselyne FRIEDENBERG
Jean-Marc MONTEL
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 : 1000 exemplaires
Dépôt légal à parution



Marc Blaizot¹,
Rédacteur en chef
de « Géologues »



Serge Lallier²,
Coordinateur pour
le Comité Français
d'Hydrogéologie (CFH)



Thierry Pay³,
Président de l'Association
des Hydrogéologues des
Services Publics (AHSP)

Ce numéro 191 de *Géologues*, est emblématique puisque c'est à la fois celui du cinquantenaire de cette revue et du soixantième anniversaire de la création de l'AIH, Association Internationale des Hydrogéologues. Il est en conséquence conçu et écrit pour s'interroger sur nos acquis et nos perspectives dans les domaines de la recherche et de la reconquête d'eaux de qualité.

Réalisé en coopération étroite entre les membres de l'AHSP, le CFG et la SGF, il s'est attaché à montrer où et comment des progrès importants ont été effectués :

■ **pour prospecter de nouvelles ressources** à la fois abondantes, difficiles à explorer et à exploiter, et particulièrement vulnérables, que sont les eaux souterraines des domaines de socles et massifs karstiques,

■ **pour remédier aux dégradations de la qualité**, reconquête qui permet d'augmenter de facto, le stock quantitatif soit par utilisation directe soit par recharge naturelle ou artificielle.

La réalisation de ces trois objectifs, **recherches**, **reconquêtes** et **recharges** s'intègre dans une véritable gestion intégrée de l'eau permettant de satisfaire ses différents usages tant aujourd'hui que demain et cela à toutes les échelles. La loi sur l'eau (1992) a mis en place des instruments de gestions, SDAGE : schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux, à l'échelle de bassin hydrographiques nationaux et les SAGE, schéma d'aménagement et gestion des eaux, à échelles plus locales. Ceci a conduit à la mise en place de réseaux nationaux de surveillance des eaux souterraines (piézomètres et qualitomètres). Ces derniers sont capables de rechercher près de 1000 paramètres du « simple » nitrate aux produits phytosanitaires et micropolluants organiques avec la fréquence nécessaire conduisant à **des millions de mesures annuelles**. Cette surveillance généralisée s'intègre parfaitement dans la directive cadre sur l'eau (DCE-2000/60) qui a fixé, en 2000, des objectifs ambitieux, des calendriers précis et des méthodologies, aux membres de l'Union Européenne pour une reconquête générale et durable de la qualité des eaux, en particulier souterraines. Economies d'usage, atténuation des rejets, recharges artificielles, reconversions de sites ou de pratiques agricoles, industrielles ou urbaines, les possibilités sont nombreuses pour concourir à ces objectifs.

Mais tous doivent **se fonder sur une connaissance hydrogéologique solide** réalisée par le traitement de ce « Big Data » que sont les mesures physico-chimiques citées plus haut, et les techniques supplémentaires mises en place aujourd'hui : géologie ; géophysique ; géochimie, traçages, isotopies, détection infra-rouge, etc... permettant de connaître les zones de recharges, les « vrais » bassins versants, l'organisation des écoulements et les exutoires qui sont les briques élémentaires pour décrire et modéliser tout type d'aquifères, donc déterminer des mesures de protection et assurer la gestion quantitative et la conservation. Ceci est bien entendu particulièrement vrai de ces milieux complexes à décrire et modéliser **que sont les aquifères de socles, les réseaux karstiques et les aquifères côtiers** qui sont les sujets d'études spécifiques des hydrogéologues ces dernières années, études dont vous trouverez de larges échos dans ce numéro.

Ces recherches et ces études, effectuées tant sur le terrain qu'au laboratoire par nos collègues hydrogéologues, ont déjà permis **d'améliorer de manière significative la qualité et la quantité d'eau** mises à la disposition de nos concitoyens et garantissent à plus long terme le caractère durable et renouvelable des ressources nationales en eaux souterraines. Garantir la quantité et la qualité des eaux s'intègre pleinement dans le préambule de la résolution de la COP21 de décembre 2015, récemment ratifiée, qui stipule que « la priorité fondamentale consiste à protéger la sécurité alimentaire et à venir à bout de la faim » à laquelle nous rajouterions volontiers l'accès à l'eau potable dont sont encore dépourvus près d'un milliard d'êtres humains. Encore merci à tous nos rédacteurs qui nous permettent ces prises de conscience et bonne lecture à tous !

1. Courriel : marc.blaizot@laposte.net

2. Courriel : serge.lallier@wanadoo.fr

3. Courriel : thierry.pay@calvados.fr

4 INTRODUCTION : REGARDS SUR UN DEMI-SIÈCLE D'HYDROGÉOLOGIE

- « Présent et avenir de l'Hydrogéologie » 4
Ghislain de Marsily
- Principaux enseignements du 43^{ème} Congrès International de l'Association Internationale des Hydrogéologues (AIH) : « Eaux Souterraines et Société, 60^{ème} anniversaire de l'AIH » (Montpellier, 25-29 septembre 2016) 8
Patrick Lachassagne et les principaux acteurs de l'organisation du congrès : Michel Bakalowicz, Johannes A.C. Barth, Laurence Chéry, Bouchra El-Ojfi, Laurence Gourcy, Frédéric Lapuyade, Pierre Marchet, Ghislain de Marsily, Maria-Theresia Schafmeister, Catherine Thouin

13 RECHERCHES : EXPLORATIONS ET ÉTUDES DES SYSTÈMES AQUIFÈRES

- Nouvelles avancées dans l'interprétation géologique et hydrogéologique des profils de tomographie électrique en contexte de socle granitique et métamorphique 13
Pierre Belle, Patrick Lachassagne, Francis Mathieu, Christine Barbet, Frédéric Bonneval
- Un programme multi-partenaires et multi-échelles de recherche d'eau souterraine en domaine de socle : de l'outil d'aide à la décision à une échelle régionale jusqu'au forage 18
Davy Douay, Jean-Marie Gandolfi, Pierre Marchet, Cyril Delporte
- Contexte et valorisation des ressources en eaux souterraines des roches dures fissurées sous altérites 22
Jean-Pierre Faillat
- Prospections géophysiques pour la recherche en eau dans le socle 28
Viviane Borne
- Bilan et perspectives des recherches d'eau en domaine de socle dans le Morbihan 34
Arnaud Le Gal
- Recherches d'eau en terrain de socle et en bassins sédimentaires : des résultats contrastés et un atout pour le département de la Manche en matière de développement et de connaissance 39
Maurice Freslon, Alexandra Laurent, Alain Orange
- Mise en œuvre d'une méthodologie pour délimiter les nappes à réserver à l'alimentation en eau potable : Application sur le bassin Loire-Bretagne 46
Damien Salquèbre, Pascal Billault, Frédéric Verley, Delphine Allier
- Du chercheur d'eau à l'évaluateur d'impact : une évolution du rôle de l'hydrogéologue sur l'exemple du champ captant des Landes du Médoc 49
Frédéric Lapuyade, Maud Michaud-Afangnike, Marc Saltel
- Trente ans de recherche des cavités karstiques noyées pour l'alimentation en eau potable dans le département du Lot 54
Cyril Delporte, Pierre-Yves Galibert, André Tarrisse
- Quels outils pour la reconnaissance des potentialités aquifères des zones côtières sous forte pression anthropique ? Vers une mise en exploitation durable des ressources du plateau carbonaté de Bonifacio 58
Sébastien Santoni, Frédéric Huneau, Emilie Garel, Luc Aquilina, Thierry Labasque, Virginie Vergnaud-Ayraud, Adriano Mayer, Olivier Radakovitch, Jessy Jaunat, Hélène Celle-Jeanton
- La Base de Données Traçages ; un nouvel outil de connaissance hydrogéologique 63
Mélanie Bardeau

64 PROTECTION DE LA RESSOURCE : MÉTHODOLOGIES ET RETOURS D'EXPÉRIENCES

- L'évolution de la qualité des eaux souterraines depuis 40 ans dans le bassin Rhin-Meuse 64
François Bigorre
- La gestion quantitative dans le Sdage du bassin Loire-Bretagne 71
Pascal Billault
- Un outil d'aide à la décision pour prioriser les captages AEP devant faire l'objet d'une préservation ou d'une reconquête de la qualité de leur ressource 74
Paul-Henri Mondain, Olivier Banton, Aurélie Ricaud, Nathalie Travert, Céline Baudet, Antoine Langumier, Fabien Bugeat, Marc Loquet, Fabrice Martinet, Nicolas Levêque et Pascale Mercier
- Protection d'une ressource en eau : l'exemple de la protection d'une boucle alluviale des Maillys sur la Saône 79
Jean-François Ingargiola
- Conjuguer reconquête de la qualité de l'eau et amélioration de l'infiltration. L'exemple du bassin versant de l'Oudon 86
Alexis Robert, Régine Tieleguine, Lauranne Amoroso
- Détermination de l'origine urbaine ou agricole des nitrates dans les eaux souterraines par une approche hydrochimique et multi-isotopique sur l'île de la Réunion 89
Théo Renaud, Bertrand Aunay, Laurence Gourcy
- Pollution diffuse par les produits phytosanitaires à l'échelle d'une nappe alluviale : mieux comprendre les transferts et devenir des substances pour mieux gérer 94
Nicole Baran, Maritxu Saplaïroles, Pierre Marchet, Isabelle Fournier
- Les captages « Grenelle » ou captages à protéger en priorité : ce que l'hydrogéologue proposait, et ce qui a été décidé 99
Anne Reynaud et Agnès Saïzono
- Faciliter l'évaluation de l'état chimique des eaux souterraines grâce au développement d'outils thématiques spécialisés 101
Abel Henriot, Benjamin Lopez, Nolwenn Croiset, Pierre-François Staub
- Mise en évidence d'une intrusion marine dans une nappe côtière en Tunisie : étude des risques de contamination et modalités d'une gestion prévisionnelle 108
Adel Zghibi, Lahcen Zouhri et Jamila Tarhouni
- Ressources en Eau des Systèmes Aquifères lullemeden / Taoudéni / Tanezrouft en Afrique Sahélo-Saharienne 114
Jean-Marie Barrat
- La réalimentation des aquifères : Perspectives pour le XXI^e siècle .. 119
Thierry Gaillard
- Gestion de la recharge artificielle des aquifères et recyclage des eaux usées traitées : retour d'expérience sur 10 ans de projets de recherche collaboratifs européens 123
Marie Pettenati