



Algérie – Monts des Ksour : les barres du Cénomano-Turonien – photo : Prof. Abbas Marok.

Éditorial

L'épidémie de Corona virus touche progressivement l'ensemble de la planète et, en particulier, le continent africain. Des frontières se ferment, des confinements se mettent en place, la plupart des événements et conférences prévus dans les prochaines semaines sont annulés. Dans ce contexte, il nous paraît essentiel de continuer à diffuser Pangea-Infos, modeste contribution à la préservation des échanges au sein de la communauté des géosciences et montrer ainsi notre solidarité auprès de ceux qui sont touchés à des degrés divers dans leurs activités. Dans le même esprit, la Société Géologique de France met en ligne gratuitement les derniers numéros des revues *Géochronique* et *Géologues* ainsi que la conférence d'Yves Fouquet (Ifremer) « 40 ans d'exploration des abysses ». Vous pouvez contribuer également à ces échanges en nous envoyant des contributions présentant vos travaux (textes, photos).

Prenez soin de vous, bonne santé à tous et à vos familles.

Le Comité de Rédaction

SGF

Fermeture du siège de la Société Géologique de France et suspension de tous les événements programmés.

DÉCÈS D'ALAIN PERRODON : Nous apprenons avec tristesse le décès d'Alain Perrodon, Directeur Exploration du secteur Sahara de la SN REPAL au moment de la découverte majeure d'Hassi Messaoud, Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure de Géologie de Nancy, ancien Président de l'Union Française des Géologues et Président de la Société Géologique de France. Auteur de l'ouvrage « Géodynamique pétrolière : genèse et répartition des hydrocarbures ».

LA PROCHAINE REUNION DES SCIENCES DE LA TERRE (RST) aura lieu du 26 au 30 Octobre 2020 à Lyon (Centre de Congrès) sous la co-présidence d'Emanuela Mattioli, Directrice du Laboratoire de Géologie de Lyon et de Sylvain Charbonnier, président de la SGF. Voir les thématiques proposées sur : <https://www.geosoc.fr/toutes-les-actualites.html>



Les revues *Géochronique* et *Géologues* sont en lecture gratuite sur le site de la Société Géologique de France.

Géochronique, 153 – Thème : le Cambro-Ordovicien de l'Anti-Atlas marocain

Géologues, 204 – Thème : Les métaux de la transition énergétique.

• Actualités

REPORT DU 36TH INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS : l'IUGS annonce que le congrès est reprogrammé du 9 au 14 novembre à cause de l'épidémie de COVID-19. <https://www.36igc.org>

NATIONS UNIES - EAU : publication du World Water Development Report 2020 « Water and Climate Change ».

<https://www.unwater.org/world-water-development-report-2020-water-and-climate-change/>

COVID-19 – AUF : l'Agence Universitaire de la Francophonie met en ligne pour ses membres une plateforme de formation à distance pour favoriser la formation pédagogique. <https://www.auf.org/nouvelles/actualites/covid-19-lauf-met-gratuitement-a-disposition-de-etablissements-membres-plateforme-de-formation-a-distance-favoriser-continuite-pedagogique/>



MAYOTTE : lancement d'une campagne de mesures géophysiques pour mieux comprendre le phénomène sismo-volcanique en cours <https://www.brgm.fr/actualite/lancement-campagne-mesures-inedite-mayotte>

TCHOURY : identification de sels d'ammonium sur la comète Tchouri. <http://www.cnrs.fr/fr/tchoury-une-comete-qui-ne-manque-pas-de-sel>

CYCLE DU METHANE EN ARCTIQUE : une étude dans un lac sibérien montre que la colonne d'eau consomme intégralement le flux de méthane issu des sédiments <https://inee.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/un-lac-siberien-questionne-le-cycle-du-methane-dans-les-ecosystemes-arctiques>

PRECAMBRIEN : la faible oxygénation de l'atmosphère à cette période expliquée <https://www.insu.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/la-faible-oxygenation-de-latmosphere-au-precambrien-enfin-expliquee>

PLUS VIEUX FOSSILE D'OISEAU MODERNE: un crâne fossile d'âge maestrichtien aux caractéristiques proches des oiseaux actuels https://www.nature.com/articles/s41586-020-2096-0?utm_source=Nature+Briefing&utm_campaign=1d4409980e-briefing-dy-20200323&utm_medium=email&utm_term=0_c9dfd39373-1d4409980e-44138865

SGA - MINERALIUM DEPOSITA : à l'occasion du 55^e anniversaire de la « Society for Geology applied to mineral deposits » les 55 articles les plus cités de « Mineralium Deposita » sont disponible gratuitement sur le site Springer. <https://www.springer.com/journal/126/updates/17608006>

• Conférences - Expositions

MOZAMBIQUE – Maputo – 22-23 avril: 7th Mozambique Mining, Oil & Gas & Energy Conference and Exhibition. <https://ametrade.org/mozmec/> **REPORTÉ**

U K – Londres – 20-21 mai: Africa E&P Summit, <https://www.africaepsummit.com>

ESPAGNE – Castelldefels – 24-29 mai: Gordon Research Seminar, Geochemistry of Mineral deposits. <https://www.grc.org/geochemistry-of-mineral-deposits-conference/2020/> **REPORTÉ en 2022**

FRANCE – Paris – 26-27 mai: Hommage à Jean Dercourt. <https://www.academie-sciences.fr/fr/Colloques-conferences-et-debats/hommage-jean-dercourt.html>

FRANCE – Lyon – 2-6 juin: Jubilé de Jean-Loup Rubino <http://www.sedimentologie.fr>

ETATS-UNIS – Houston – 7-10 juin: AAPG Annual Convention & Exhibition. <https://ace.aapg.org/2020> **REPORTÉ**

PAY-BAS – Amsterdam – 8-11 juin: 82nd Annual Conference & Exhibition. <https://eage.eventsair.com/eageannual2020/> **REPORTÉ**

FRANCE – Nice – 14-20 juin: XXIVth IPRS Congress- International Society for photogrammetry and Remote Sensing. <http://www.isprs2020-nice.com>

ZIMBABWE – Harare – 24-25 juin: Zimbabwe Mineral Resources Conference.

<http://www.geologicalsociety.org.zw/events/zimbabwe-mineral-resources-conference-2020>

MAROC – Casablanca – 1-3 juillet: MINEROC 2020. <https://www.mineroc.com>

ALLEMAGNE – Aachen – 6-10 juillet: IGSC 2020 (International Student Geosciences Conference). <https://igsc2020.rwth-aachen.de/about/>

U K – Exeter – 9-10 juillet: Extractive Industry Geology Conference. <https://www.eigconferences.com> **REPORTÉ**

ANGOLA – Luanda – 27-31 juillet: 10th International Conference of the African Association of Women in Geosciences. <http://aawg.org/index.php/2-non-categorise/33-first-circular-caawg10>

MAROC – Marrakech – 7-10 septembre: 20th General Assembly of Wegener. <https://wegener2020.sciencesconf.org>

SÉNÉGAL – Dakar – 5-7 octobre: First EAGE Western Africa Exploration & Production Workshop.

<https://eage.eventsair.com/eage-western-africa-ep-workshop/>

FRANCE – Angers – 6-9 octobre: Congrès de la SIM 2020 (Société Industrie Minérale. <https://www.lasim.org/>

AFRIQUE DU SUD – Le Cap – 14-16 octobre: Process Mineralogy'20 – 6th International Symposium on Process Mineralogy. <http://www.min-eng.com/processmineralogy20/>

AFRIQUE DU SUD – Le Cap – 18-22 octobre: IMPC 2020 – XXX International Mineral Processing Congress. <https://impc2020.com/>

MAROC – Fez – 10-18 octobre: CAG 28 "Colloquium of African Geology". <http://gsafr.org/cag28/>

FRANCE – Lyon – 26-30 octobre: 27^e Réunion des Sciences de la Terre. <https://www.geosoc.fr/>

KENYA – Nairobi – 26 octobre-1 novembre: Eight Africa Rift Geothermal Conference. <http://theargeo.org/#>

TUNISIE – Sousse – 28 octobre: IGCP-659 Annual Meeting <https://www.cajg.org/index.php?p=IGCP-659>

SÉNÉGAL – Dakar – 2-5 novembre: SIM Sénégal 2020 <https://simsenegal.com/fr/>

TUNISIE – Sousse – 2-5 novembre: 3rd Conference of the Arabian Journal of Geosciences <https://www.cajg.org>

GHANA – Accra – 2-7 novembre: 5th IGCP638 meeting. <https://igcp638.univ-rennes1.fr/index.php/accueil/2020-meeting>

ÉTHIOPIE – Nairobi – 2-8 novembre: Eighth Africa Rift Geothermal Conference (ARGeo-C8) <http://theargeo.org>

ÉGYPTTE – Dahab – 1-5 novembre: 4th International Symposium & Field Workshop Living with Landscapes...

<http://www.dahab2020.com>

INDE – New Delhi – 9-14 novembre: 36th International Geological Congress. <https://www.36igc.org/>



NIGERIA – Lagos – 15-19 novembre: 38th NAPE Conference. <https://conference.nape.org.ng/>
FRANCE – Strasbourg – 16-18 novembre: 1st Geoscience Engineering in Energy Transition Conference. <https://eage.eventsair.com/get2020>
MAROC – El Jadida – 17-19 novembre: 8th International Meeting on the Valorization and Preservation of Paleontological Heritage <http://www.fs.ucd.ac.ma/fs/riv3p8>
KENYA – Nairobi – 7-9 décembre: First EAGE Africa and Renewable Energy Workshop. <https://events.eage.org>
SÉNÉGAL – Dakar – 22-27 mars: 9th World Water Forum <https://www.worldwatercouncil.org/en/dakar-2021>
ITALIE – Naples – 7-9 juin 2021: 1st Mediterranean Symposium on Landslides. <https://www.iaeg.info/event/1st-mediterranean-symposium-on-landslides/>
FRANCE – Toulouse – 30 juin-2 juillet 2021 : Earth mantle Workshop <https://sfmc-fr.org/?p=2482&lang=fr>

Compte-rendus

Congrès de la SIM (Société de l'Industrie Minérale) <https://www.lasim.org/manifestations/congres-exposition.html>

• Projets industriels

Eau

KENYA : les ressources en eau de la zone côtière du pays doivent être gérées durablement (IAH News)

Energie

EGYPTE : le pays va-t-il devenir un nouveau hub régional pour le GNL (Geoexpro)

LYBIE : la production pétrolière tombe à moins de 100 000 barils jours (Ecofin)

NIGERIA : la société nationale demande à ses salariés de travailler à domicile (Vanguard)

SAO TOMÉ et PRINCIPE et GUINÉE EQUATORIALE : les deux états vont créer une zone conjointe d'exploration des hydrocarbures (Ecofin)

Ressources minérales

AFRIQUE : de nombreuses compagnies minières suspendent leurs opérations à cause de l'épidémie de covid19 (Ecofin)

NIGER : la compagnie Comeren obtient quatre permis d'exploration pour des projets d'or et de cuivre (Niamey.com)

RDC : les ressources aurifères du projet Kebigada revues à la hausse (Ecofin)

KENYA : « Artisanal and small-scale gold mining in western Kenya », article à lire sur le site du BGS

<https://britgeopeople.blogspot.com/2020/02/artisanal-and-small-scale-gold-mining.html>

ZAMBIE : la dernière découverte d'émeraude géante confirme la position de leader du pays dans cette production (Ecofin)

• Formations / Opportunités

GEMMOLOGIE : l'Ecole des Arts Joailliers attribue pour la prochaine année universitaire 5 bourse d'études <https://sfmc-fr.org/?p=2513&lang=fr>

BRGM : le BRGM renforce sa politique de recrutements de post-doctorants <https://www.brgm.fr/publication-presse/accellerer-ses-projets-recherche-brgm-renforce-sa-politique-recrutement-post>

SGA-SEG-UNESCO-IUGS : le 7^e short course "Energy Metals for a sustainable Society" se tiendra à Windhoek, Namibie du 23 au 27 novembre.

https://e-sga.org/fileadmin/sga/Advertisements/2020_short_course_African_metallogeny/1st_Circular_Energy-Metal-Short_Course_Namibia.pdf

EMC2020 : la SFMC offre des bourses pour aider des jeunes chercheurs, français ou inscrits dans un laboratoire français, souhaitant participer au 3^e European Mineralogical Conference prévue à Cracovie du 6 au 10 septembre. https://sfmc-fr.org/?page_id=2337&lang=fr

• Publications scientifiques et techniques*

*compilation sans revue des articles

Sédimentologie – Diagenèse

Discovery of late Tortonian incised valleys in the Saouaf Formation (northeastern Tunisia) - Evidence of high-frequency sea-level variations in the central Mediterranean, N. El Euch-El Koundi et al., Sedimentary Geology, 398, art. 105602

Controls on the provenance of late Eocene to Quaternary Mozambique Channel shales (DSDP 25 Site 242), M. Roddaz et al., Marine Geology, 421, art. 106090



Characterisation of channel morphological pattern changes and flood corridor dynamics of the tropical Tana River fluvial systems, Kenya, P.K. Langat et al., J. of African Earth Sc., 163, art. 103748

Stratigraphy, sedimentology and paleogeography of a Paleozoic succession, Ghadames and Jefarah basin, Libya and Tunisia, A. Jabir et al, J. of African earth Sc., 163, art. 103642

Depositional environment and diagenesis of Late Cretaceous-Early Paleogene carbonates on the Benin flank, southwestern Nigeria, O.A. Oluwajana et al., J. of African Earth Sc., 163, art. 103762

Facies analysis and depositional environments of the Miocene syn-rift carbonate-silicoclastic rock packages in the northwest Gulf of Suez, Egypt, E.S. Sallam et al., Carbonates and evaporites, 35, 1, art. 10

Pebble morphometric analysis as signatures of the fluvial depositional environment of the Katberg Formation near Kwerela River around East London, Eastern Cape Province, South Africa, K. Madi et al., Arabian J. of Geoscience, 13, 5, art. 235

Coprolites from the Neogene Sahabi Formation, northeastern Sirt Basin of Libya, A.M. Muftah et al., Arabian J. of Geoscience, 13, 5, art. 223

Géologie structurale – Géodynamique

Controls on Rift Faulting in the North Basin of the Malawi (Nyasa) Rift, East Africa, D.J. Shillington et al., Tectonics, <https://doi.org/10.1029/2019TC005633>

The crustal structure of the southern Davie Ridge offshore northern Mozambique – A wide-angle seismic and potential field study, M. Vormann et al., Tectonophysics, 778, art. 228370

Present day In-situ stress magnitude and orientation of horizontal stress components in the eastern Illizi basin, Algeria: A geomechanical modeling, R. Baouche et al., J. of Structural geology, 132, art. 103975

Moho determination from GOCE gradiometry data over Ethiopia, A.A. Gedamu et al., J. of African Earth Sc., 163, art. 103741

Mapping mafic dyke swarms, structural features, and hydrothermal alteration zones in Atar, Ahmeyim and Chami areas (Reguibat Shield, Northern Mauritania) using high-resolution aeromagnetic and gamma-ray spectrometry data, M.H. Ba et al., J. of African Earth Sc., 163, art. 103749

Gravity based estimates of modern recharge of the Sudanese area, A. Mohamed, J. of African earth Sc., 163, art. 103740

Structure and tectonic setting of the Chingale Igneous Ring Complex, Malawi from aeromagnetic and satellite gravity data: Implication for Precambrian terranes collision and Neogene - Quaternary rifting, V. N. Nyalugwe et al, J. of African Earth Sc., 163, art. 103760

Structural evolution and medium-temperature thermochronology of central Madagascar: implications for Gondwana amalgamation, S.E. Armistead et al., J. Geol. Soc, <https://doi.org/10.1144/jgs2019-132>

Late Neoproterozoic-to-recent long-term t–T-evolution of the Kaoko and Damara belts in NW Namibia, F.C. Krob et al., Int. J. of Earth Sc., 109, 2, p.537-567

Miocene polyphase tectonic evolution of the southern edge of the Mitidja basin (north-central Algeria) inferred from a cross section of the Hammam Melouane region, S. Adjiri et al., J. of Arabian Geoscience, 13, 5, art. 211

Bassins – Géologie marine – Ressources

Thermal maturity modelling for the pre-Miocene source rocks in Ras Garra area, Suez rift Basin, Egypt, K. G. Elmaady, J. of African Earth Sc., 163, art. 103746

Interaction between sea-level changes and depositional tectonics: Implications for hydrocarbon prospectivity in the western coastal swamp depobelt, Niger Delta Basin, Nigeria, O.B. Ogbe et al., AAPG Bulletin, 104, p. 477-505

Geophysical appraisal and oil potential for Rudeis Formation at West Hurghada area, southern Gulf of Suez: detection of stratigraphic trap, M.A. Sarhan, Arabian J. of Geoscience, 13, 6, art. 263

Paléontologie Paléoanthropologie

Foraminiferal biostratigraphy and paleobathymetry of the Maastrichtian – Paleocene succession at the north Farafra Oasis, Western Desert, Egypt, S.M. El Baz, J. of African Earth Sc., 163, art. 103745

Sauropod dinosaur fossils from the Kem Kem and extended 'Continental Intercalaire' of North Africa: A review, F.M. Holwerda, J. of African Earth Sc., 163, art. 103738

Endothiodon (Therapsida, Anomodontia) specimens from the middle/late permian of the Metangula Graben (Niassa Province, Mozambique) increase complexity to the taxonomy of the genus, Z. Macungo et al., J. of African Earth Sc., 163, art. 103647



Late Paleocene-Early Eocene nanofossil bioevents at Gebel El Aguz, Northern Kharga Oasis, Western Desert, Egypt, M. Faris et al., *Arabian J. of Geoscience*, 13, 5, art. 200

First African thylacocephalans from the Famennian of Morocco and their role in Late Devonian food webs, M. Jobbins et al., *Scientific Reports J.*, 10, art. 5129

The atlas of StW 573 and the late emergence of human-like head mobility and brain metabolism, A. Beaudet et al. *Scientific Reports J.*, 10, art. 4285

Géochimie – Géochronologie

Geochronology and isotopic geochemistry of Ediacaran high-K calc-alkaline felsic volcanism: An example of a Moroccan

perigondwanan (Avalonian?) remnant in the El Jadida horst (Mazagonia), H. El Haibi et al., *J. of African Earth Sc.*, 163, art. 103669

Pétrographie – Minéralogie – Volcanologie

Mineralogy and geochemistry of alluvial sediments from the Kadey plain, eastern Cameroon: Implications for provenance, weathering, and tectonic setting, S.D. Noa Tang et al., *J. of African earth Sc.*, 163, art. 10376

Massive pyroxene compositional oscillations on a metre scale in the Pyroxenite Marker, northern limb, Bushveld Complex, South Africa, G. Cawthorn, *Lithos*, 356-357, art. 105392

Evidence of subduction-related components in sapphirine-bearing gabbroic dykes (Finero phlogopite-peridotite): Insights into the source of the Triassic-Jurassic magmatism at the Europe-Africa boundary, T. Giovanardi et al., 356-357, art. 105366

Coexisting A₁ and A₂ granites of Kudaru Complex: implications for genetic and tectonic diversity of A-type granite in the Younger Granite province, north-central Nigeria, V.D. Kamaunji et al., *Int. J. of Earth Sc.*, 109, 2, p. 511-535

Socles

Spatial and temporal distribution patterns of Precambrian mafic dyke swarms in northern Mauritania (West African craton): analysis and results from remote-sensing interpretation, geographical information systems (GIS), Google Earth™ images, and regional geology, M.H. Ba et al., *Arabian J. of Geoscience*, 13, 5, art. 209

Géorisques

The added value of a regional landslide susceptibility assessment: The western branch of the East African Rift, A. Depicker et al., *Geomorphology*, 353, art. 106686

Géosciences et Société

Integration of 2D geoelectrical resistivity imaging and boreholes as rapid tools for geotechnical characterization of construction sites: A case study of New Akhmim city, Sohag, Egypt, A.M. Abudeif et al., *J. of African Earth Sc.*, 163, art. 103734

The Zeyi Cave Geosite in Northern Ethiopia, J. Nyssen et al., *Geoheritage*, 12, 1, art. 6

Comment tout a commencé sur la Terre. A. El Albani et al., livre ed. humenSciences <https://www.humensciences.com>

• Dossier du mois

Cette rubrique est destinée à accueillir vos textes concernant des projets que vous menez sur le continent africain dans les domaines académiques ou appliqués, afin de faire partager avec l'ensemble de la communauté le programme, l'avancement ou certains résultats de vos travaux, un compte rendu de conférence. Des résumés de thèses récemment soutenues sont particulièrement bienvenus.

Face au changement climatique, le champ des possibles – Colloque de l'Académie des Sciences, Paris, 28-29 janvier 2020 (Jour 2) *
Compte rendu par J.J. Jarrige

*La première partie du colloque a été présentée dans la Lettre de février





<https://www.academie-sciences.fr/fr/Colloques-conferences-et-debats/changement-climatique.html>

A l'occasion de ce colloque, ouvert à tous, l'Académie des Sciences a proposé au public un débat sur les problèmes scientifiques, sociaux et politiques qui se posent à nos sociétés dans le cadre du changement climatique. Vous trouverez ci-dessous un bref résumé des interventions de la première journée. Pour accéder aux présentations orales et aux débats associés aux sessions consultez :

Session 3 : Transition : adaptation et réduction des émissions de gaz à effet de serre : trajectoires de développement résilientes vers le zéro carbone.

D. Roux (R & D Saint Gobain) rappelle que l'homme ne crée pas d'énergie, il la transforme. Toutes les énergies trouvent leur origine dans le soleil (sauf le nucléaire) et ont une accessibilité gratuite. Nous payons une rente liée à la possession du sol et aux coûts des processus de transformation. L'augmentation de consommation d'énergie suit la courbe d'augmentation de la population mais la consommation par habitant a doublé entre les périodes 1920-40 et 1980-2000. Pays par pays on note de très fortes différences. À l'échelle mondiale, 80% de l'énergie utilisée est d'origine fossile. Les changements ne peuvent se faire que sur des cycles longs car pour tout type d'énergie la montée en puissance la production jusqu'au fonctionnement en plateau est de l'ordre de 40 à 60 ans. Une différence doit être faite entre énergie primaire et énergie finale ; le passage de l'une à l'autre s'accompagne d'un coefficient de conversion fixé par la loi. En France, on peut se féliciter que la consommation par habitant et la production de CO₂ baissent progressivement. Un Plan Bas Carbone a été mis en place, par contre la France est en retard sur la mise en œuvre des énergies renouvelables.

J.-C. Hourcade (CIRED) aborde les conditions socio-économiques associées à la transition. Une présentation des évolutions des PIBs, des émissions de GES et des populations, globales et par pays, illustre le fait qu'il faut une alliance forte et équitable entre pays pour ne pas rater l'objectif des 2°C. Il est plus facile de mettre en place les mesures dans un environnement de croissance, en évitant l'effet de propagation des conséquences du réchauffement. Financer la transition par une taxe carbone pose problème sauf si elle est accompagnée d'un contrat social ; le « chèque vert » fait augmenter le « prix du caddy ». Il faut rediriger l'épargne vers les investissements bas carbone adossés à des garanties publiques et arrêter de fonctionner par « injonctions d'urgence ». Enfin, il faut donner un contenu crédible au Green Deal européen et lancer à la prochaine COP un groupe « Initiatives finance – climat ».

N. Meilhan (Expert Energie Transports) s'intéresse au problème du transport. Le transport routier représente en France 95% des émissions de GES du transport (50% voitures particulières, 25% poids lourds, 5% transport aérien hors vols internationaux). Le moyen de transport le plus utilisé pour des trajets au-delà de 100 km est l'avion. La politique européenne de réduction des émissions de GES est un échec. Les émissions de CO₂ des voitures particulières n'ont pas baissé depuis 20 ans et sont même réparties à la hausse depuis 2008. Ce ne sont pas les émissions réelles qui sont mesurées mais les références sont les mesures en laboratoire qui elles ont baissé. Les voitures électriques représentent 3% du parc. En France, le malus n'est plus dissuasif malgré son augmentation et les règles européennes encouragent les voitures lourdes. Ses propositions sont de vendre des voitures plus légères, d'augmenter le malus sur les plus lourdes et d'instaurer un système de malus/bonus redistributif. Pour les voitures électriques, la question est « où sont fabriquées les batteries ? ». La solution hydrogène reste trop chère et peu efficace pour l'instant pour les voitures particulière mais devient intéressante pour les flottes de véhicules (voitures, camionnettes, bus).



I. Czermichowski-Lauriol (BRGM) présente la problématique capture - stockage du CO₂ (CSC). Un certain nombre d'émissions de CO₂ sont incompressibles et doivent donc être compensées soit par des puits carbone soit en renvoyant le carbone dans le sous-sol après l'avoir capté au niveau des installations industrielles ou dans l'atmosphère. L'injection se fait dans des aquifères salins profonds ou dans des gisements d'hydrocarbures épuisés. Les enjeux sont de garantir le stockage du CO₂ sur une durée de 1000 ans et d'assurer la sécurité des biens, des personnes et de l'environnement. Chaque site est un cas particulier. Il existe déjà 19 opérations dans le monde à l'échelle industrielle à terre ou en mer. Ces expériences ont permis d'établir des lignes de conduite éprouvées sur le choix des sites, le contrôle de la capture, de l'injection, la fermeture des puits, la surveillance post-injection. Il existe une directive européenne et les normes internationales sont en cours de finalisation. Les 19 sites actifs traitent 20 Mt de CO₂/an mais il faudrait traiter 5Gt/an en 2050 pour atteindre la neutralité carbone. Les coûts de la tonne « évitée » de CO₂ varie de 40 à 120€ en fonction du type d'industrie. Il existe plusieurs projets européens de Recherche qui visent à baisser les coûts et optimiser les performances. En France les échanges entre acteurs se font au niveau du Club CO₂.

V. Viguié (CIRED) indique que plus de 50% de la population mondiale vit dans des villes qui représentent 67 à 75% de la consommation d'énergie mais représentent 1% de la surface de la planète. Donc les autorités urbaines ont la main sur une majeure partie des émissions mondiales et sur ces hauts lieux de vulnérabilité. Les villes sont particulièrement sensibles aux risques de pollution, canicules ou inondation. Dans les pays en voie d'urbanisation, la question est « comment on construit ? », dans les pays développés elle est « comment on s'adapte ? ». Les bâtiments représentent 31% de la consommation d'énergie mondiale et 23% des émissions de GES. Les technologies qui permettent de réduire ces phénomènes sont disponibles. Les transports, qui représentent 28% de la consommation d'énergie et 23% des émissions de GES, sont par contre très difficile à décarboner quoique des changements sont en cours (véhicules électriques, maximisation des transports en commun...). Un point important est la forme d'urbanisme mise en place. Une ville plus dense minimise le facteur transport mais augmente la vulnérabilité. Les politiques contre les émissions de GES se développent dans les villes, même sans soutien national, car elles rendent les villes plus attractives et minimisent certains conflits sociaux.

J.-F. Soussana (INRA) rappelle que les usages humains affectent 70% de la surface des terres émergées hors glaces. Le changement climatique aggrave la pression sur les terres, accélère l'érosion des sols, entraînant des pertes de rendement et rend instable l'approvisionnement alimentaire des populations. Un changement de +1,5°C entrainera des chocs périodiques locaux, une variation de 2 à 2,5°C induirait un risque au niveau global. Les conséquences du changement sont des augmentations des prix et des teneurs en micronutriments qui baissent. Les phénomènes peuvent interagir et aggraver la situation dans certains régions (l'Afrique de l'Est par ex.). En s'adaptant on peut atténuer les processus car le potentiel technique est considérable mais il faut gérer la multiplicité des acteurs. Les actions doivent intégrer la réduction des pertes et des gaspillages, les changements de régimes alimentaires. Les bioénergies peuvent avoir des impacts négatifs dans certains lieux.

Session 4 : Production d'énergie décarbonée et stockage ; conclusion

P. Millebranche axe sa présentation, dédiée aux énergies renouvelables (EnR), sur le solaire. Le développement des renouvelables intègre de larges domaines : comment produire, se loger, se déplacer, se nourrir. Les enjeux associés sont considérables : vitesse de déploiement, impact environnemental, impact sociétal, niveau des investissements. Après 4 décennies d'efforts pour augmenter les rendements et baisser les coûts, certaines EnRs deviennent compétitives. Le solaire photovoltaïque (PV) s'est développé dans des dizaines de filières, toutes en progrès dans la recherche d'optimisation du rendement /de la durée de vie / des coûts (baisse de 1,5 à 4 cents €/Kwh voire 1,6 cents €/Kwh pour les derniers projets attribués). Il n'existe pas de solution unique : la part du solaire augmente dans la génération électrique, puis touchera le transport, la fabrication d'hydrogène et l'industrie. Le problème de l'intermittence peut être pallié par le foisonnement, la complémentarité de l'éolien, la flexibilité des réseaux et le stockage. Les problèmes d'espaces nécessaires peuvent être résolus en utilisant les déserts, les surfaces aquatiques, les terrains dégradés, les toits des bâtiments. Les contributions peuvent se faire à tous les niveaux : pays, régions, entreprises, particuliers (changement de conscience individuelle, actions collectives).

Y. Bréchet (Grenoble INP) présente les atouts et faiblesse de l'énergie nucléaire. Le nucléaire n'émet pas de CO₂ (contrairement à ce que pensent 69% des français). Après avoir expliqué le fonctionnement d'une centrale, il rappelle que les quatre accidents majeurs de centrales intervenus dans le monde ont provoqué peu de décès à comparer au nombre de victimes de l'exploitation du charbon par exemple. Le problème de la gestion des déchets ultimes est évoqué avec la présentation du site d'enfouissement de Bures. 119 réacteurs sont en phase de démantèlement dans le monde et 6 ont été démantelés complètement. C'est donc un processus maîtrisé par contre on ne sait pas démanteler des installations en situation accidentelle. En ce qui concerne le coût de l'électricité, en France, Y. Bréchet rappelle que 36% du prix est lié à la production, 30% au réseau et 34% aux taxes. Quelques soient les choix faits, ils nécessitent un état stratège car les périodes de mise en œuvre sont de l'ordre de 30 années. Les industries manufacturières ont besoin d'énormes quantités de matériaux



et d'énergie et l'économie digitale, en progression constante, utilise déjà 5 à 10% de la puissance électrique mondiale. Pour décarboner l'énergie il faudra avoir recours à un mix de solutions disponibles et nouvelles.

J.-M. Tarascon (Collège de France) pose la question : les batteries sont-elles une bonne option pour un développement durable ? Les EnRs nécessitent un recours au stockage qui peut se faire par des processus électrochimiques. Les batteries Li-ion représentent une grande avancée par rapport aux filières précédentes (Pb-acide, Ni-Cd). Le prix des batteries a été en parallèle divisé par 10 mais les progrès de la chimie ne suivent pas la loi de Moore. Néanmoins le véhicule électrique se développe rapidement : 25 millions d'unités prévues en 2025. L'Europe agit pour construire une filière « batteries ». La comparaison d'émissions de CO2 entre véhicule thermique et électrique dépend de la source d'électricité et il faut intégrer le cycle de vie complet de la batterie. Il y a encore beaucoup de progrès à faire dans le choix des matériaux (éliminer le cobalt ...), les procédés (technologie « tout solide »), la durabilité des batteries (études sur leur réutilisation après l'usage dans un véhicule) et l'intelligence des batteries (intégration de capteurs). Aucune technologie n'est en vue pour détrôner à court terme la filière Li-ion ; la plus prometteuse est la filière Na-ion. Un autre enjeu est l'éco-compatibilité des batteries. Il y aura

à terme des volumes gigantesques de batteries à recycler. Il faut repenser les procédés de recyclage et la configuration des batteries. En conclusion, la batterie est une bonne solution si : elle est alimentée par des sources issues des EnRs, les matériaux utilisés sont abondants, les technologies sont éco-compatibles, son fonctionnement est optimisé par de l'intelligence associée et si une politique agressive de recyclage est menée.

P. Lena s'intéresse à la mobilisation des systèmes éducatifs sur le changement climatique. Il y a chez les jeunes une certaine anxiété mais aussi une formidable capacité d'engagement. Si la confiance accordée aux scientifiques et aux professeurs est grande le niveau des concepts scientifiques est bas. Les connaissances de base sont enseignées mais les pas les adaptations au changement. Changer les mentalités est un long travail. Une étude menée aux USA en 2019 montre que les raisons pour lesquelles les professeurs n'enseignent pas le changement climatique sont : sujet sans lien avec le programme, je n'en connais pas assez, je n'ai pas le matériel pédagogique. La France met en place de nouveaux programmes, en classe de première cette année et de terminale l'an prochain, qui proposent une approche pluridisciplinaire. Le GIEC fournit des rapports pour les décideurs pas pour les professeurs.

M. Delmas-Marty (Collège de France) apporte le point de vue de la juriste avec la question « le changement climatique : une chance pour l'humanité ? ». Aucun état ne peut relever seul un certain nombre de défis actuels. Le changement climatique peut provoquer un sursaut face aux replis nationaux. Il existe un accord scientifique mondial sur les faits mais la gouvernance globale est à inventer. Juridiquement la mise en œuvre des actions est complexe car elle se traduit à tous les niveaux (du monde à la collectivité territoriale). Les droits sont flous et les responsabilités si elles sont communes doivent être différenciées mais sur quels critères. Les premiers procès « climatiques » apparaissent. En politique, les changements font prendre conscience des interdépendances. Du point de vue anthropologique, nous sortons de la notion de l'homme émancipé des Lumières et allons vers l'homme interdépendant.



S
G
F
Société Géologique de France
Société savante reconnue
d'utilité publique le 3 avril
1832
Siège : 77, rue Claude
Bernard, 75005 Paris, France.

Pangea Infos a pour objectifs de favoriser le partage d'informations, de connaissances et de savoir-faire dans le domaine des géosciences au sein de la communauté des géologues actifs sur le continent africain et de promouvoir les métiers des géosciences en Afrique.

Lettre électronique d'information éditée par la Société Géologique de France

Directeur de la publication : Sylvain Charbonnier, Président de la SGF

Rédacteur en chef : Jean-Jacques Jarrige

Comité de rédaction : Véronique Gardien, Pierre Giresse, Kader Ouali Mehadjji, Bruno Pagnoux, Adel Rigane, Mathieu Schuster, Amina Wafik

Ont participé également à cette lettre : A. Mascle,

Crédit photo : Prof. Abbas Marok

Afin d'améliorer la qualité de la lettre Pangea Infos, faites-nous part de vos suggestions et commentaires à l'adresse

pangea@geosoc.fr

Pour enrichir son contenu faites nous parvenir des contributions (informations, événements, compte - rendus, publications, photos ...)

Pour intégrer ou vous retirez de la liste de diffusion de la Lettre contactez pangea@geosoc.fr

Voir aussi : <https://us15.campaign-archive.com/?u=71d06ba06f2ce9ae2196cca8a&id=9153f77706>



IUGS
Earth Science for the Global Community

