



Société Géologique du Nord

ANNALES

Tome 23 (2^e série)
parution 2016



SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
59655 VILLENEUVE D'ASCQ CEDEX

ISSN 0767-7367

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Extraits des Statuts

La Société Géologique du Nord a pour objet de concourir à l'avancement de la Géologie en général (Sciences de la Terre *s. l.*), et plus particulièrement de la Géologie des régions du nord de la France et de l'Europe. La Société se réunit plusieurs fois dans l'année. Elle publie des *Annales* mises en vente selon un tarif établi par le Conseil d'administration. Les sociétaires bénéficient d'un tarif préférentiel. Le nombre des membres de la Société est illimité. Pour en faire partie, il faut s'être fait présenter dans l'une des séances par deux membres de la Société (« parrains ») et y avoir été proclamé membre.

Extraits du Règlement Intérieur

Les *Annales* et leurs suppléments éventuels constituent le compte rendu des séances. Seuls les membres ayant acquitté leurs cotisation et abonnement depuis trois années consécutives peuvent publier aux *Annales*. L'ensemble des notes présentées au cours d'une même année, par un auteur, ne peut dépasser le total de 8 pages, une planche photo étant comptée pour 2 pages ½ de texte. Le Conseil d'administration peut, par décision spéciale, autoriser la publication de notes plus longues. Les notes originales (texte et illustrations) communiquées à la Société et destinées aux *Annales* doivent être remises au secrétariat le jour même de leur présentation.

Avertissement

La Société Géologique du Nord ne peut en aucun cas être tenue pour responsable des actes ou des opinions de ses membres.

Diffusion des articles des *Annales*

La SGN n'imprime plus de tirages à part sur papier de ses articles. Ceux-ci sont diffusés sous forme électronique pdf (Portable Document Format) aux conditions définies par le Conseil d'administration :

- pour un auteur membre de la SGN : pdf gratuit (sous réserve que l'auteur se sera acquitté des frais de dépassement au cas où l'article ferait plus de 8 ou 10 pages) ;
- pour un 1^{er} auteur non-membre : pdf gratuit (sous réserve que l'auteur se sera acquitté des frais de publication appliqués aux non-membres).

Pour toute autre personne désirant acquérir un article des *Annales*, il lui sera fourni au format pdf contre la somme de 20 € TTC (tarif réduit de 10 € TTC pour un étudiant sur présentation d'un justificatif).

Editions de la S. G. N.

La SGN édite des *Annales* (voir ci-dessus), parfois sous forme de fascicule thématique, des *Mémoires* et des *Publications*. Le catalogue complet de ces éditions est disponible en ligne à l'adresse suivante : <http://sgn.univ-lille1.fr/index.php?page=Publications>, il est également imprimé en pages intérieures du présent tome.

Politique et éthique éditoriales

Un code de politique et éthique éditoriales a été adopté par le Conseil d'administration de la SGN le 4 février 2015. Il est disponible en ligne à l'adresse suivante : <http://sgn.univ-lille1.fr/index.php?page=Publications>, il a également été imprimé dans le tome 22 (2^e série) des *Annales*.

Extraits : Les *Annales* sont fondées sur le principe d'évaluation par les pairs (« *peer reviewed* »). Soumettre un article pour publication aux *Annales* implique que celui-ci n'ait pas été simultanément soumis à une autre revue. Les données présentées doivent être des résultats originaux n'ayant pas encore fait l'objet d'une publication dans une autre revue, un autre livre, voire un site du World Wide Web. L'acceptation ou le rejet d'articles soumis pour publication aux *Annales* est du ressort du Conseil scientifique et éditorial (CSE) de la revue. Les Instructions aux auteurs sont publiées dans chaque tome annuel des *Annales* et mises à jour régulièrement. Elles sont également publiées en ligne sur le site Web de la Société. Les *Annales* veillent à ce que soient respectées, dans ses colonnes, les règles généralement admises en matière d'éthique éditoriale scientifique. Ces dispositions sont applicables à toutes les autres éditions de la SGN : *Mémoires*, *Publications*, livres édités ou coédités, et tout autre support de publication.

Cotisations et Abonnements (nouveaux tarifs 2016)

	QUALITÉ	COTISATION	ABONNEMENT aux <i>Annales</i>	TOTAL
France et Union Européenne.	Personnes physiques : collégiens, lycéens, étudiants	1 ^{ère} année : gratuite 2 ^e année : 5 € TTC	1 ^{ère} année : gratuit 2 ^e année : 10 € TTC	1 ^{ère} année : 0 € 2 ^e année : 15 € TTC
France et Union Européenne.	Personnes physiques	12 € TTC	30 € TTC	42 € TTC
Autres Pays	Personnes physiques	12 € TTC	35 € TTC	47 € TTC
Tous Pays	Personnes morales	55 € TTC	55 € TTC	110 € TTC

Les prix sont TTC. L'abonnement n'est pas obligatoire mais fortement conseillé.

Réduction collégiens, lycéens et étudiants sur présentation d'un justificatif (certificat de scolarité, carte d'étudiant).

Mémoire n° XVII – La Société géologique du Nord et l'histoire des sciences de la Terre dans le nord de la France

The Société géologique du Nord and history of Earth Sciences in northern France

Avec ce tome XVII, la SGN a repris la publication des *Mémoires* sur un sujet nouveau : l'histoire de la Société et celle de sa discipline dans le contexte du Nord – Pas-de-Calais et des régions franco-belges environnantes. Ce *Mémoire* XVII (paru en décembre 2014) retrace 143 années de la SGN en relation avec les entreprises industrielles, les associations et les institutions régionales.

Prix / Price : 40 € TTC + 4 € de frais de port et emballage si le volume n'est pas pris au dépôt

Bon de commande imprimé en pages intérieures du présent tome



Société Géologique du Nord

ANNALES

Tome 23 (2^e série)
parution 2016

Ce tome 23 des Annales de la SGN bénéficie d'une aide financière de la société Solétanche-Bachy (Antenne Nord – Pas-de-Calais), il a été réalisé en partie dans le cadre d'un partenariat avec la Médiathèque d'Agglomération de Cambrai

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
59655 VILLENEUVE D'ASCQ CEDEX

ISSN 0767-7367

CONSEIL D'ADMINISTRATION

— 2016 - 2018 —

<i>Présidente d'honneur</i>	M ^{elle} Denise BRICE
<i>Président d'honneur</i>	M. Francis ROBASZYNSKI
<i>Président</i>	M. Francis MEILLIEZ
<i>Premier Vice-Président</i>	M. Hervé COULON
<i>Seconds Vice-Présidents</i>	M. Bernard MAITTE M. Jean-Pierre DEBAERE
<i>Secrétaire</i>	M. Fabien GRAVELEAU
<i>Secrétaire-adjoint</i>	M. Thierry OUDOIRE
<i>Trésorière</i>	M ^{me} Renée DUCHEMIN
<i>Bibliothécaire</i>	M. Olivier AVERBUCH
<i>Directeur de la Publication</i>	M. Alain BLIECK
<i>Conseillers</i>	M. Patrick AUGUSTE Mme Géraldine BERREHOUC M. François DUCHAUSSOIS M. Christian LOONES M. Jean-Yves REYNAUD M. Jacques ROUGE
<i>Site Web</i>	
<i>Administrateur</i>	M. Alain BLIECK
<i>Webmestre</i>	M. Claude MONNET

CONSEIL SCIENTIFIQUE et ÉDITORIAL

— 2016-2018 —

Le Conseil Scientifique et Editorial est composé des membres du Bureau en exercice de la Société (Président, Premier Vice-président, deux Seconds Vice-présidents, Secrétaire, Secrétaire-adjoint, Trésorière, Bibliothécaire, Directeur de la Publication) et des six Conseillers extérieurs suivants :

Pierre BARBEY (Université de Lorraine et Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques, Nancy)
Jean-François DECONINCK (Université de Bourgogne, Dijon)
Patrick DE WEVER (Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris)
Christian DUPUIS (Université de Mons, Belgique)
Jean SOMME (Université de Lille – Sciences et Technologies, Villeneuve d'Ascq)
Johan YANS (Facultés Universitaires N.-D. de la Paix, Namur, Belgique)

Adresse URL du site Web :

<http://sgn.univ-lille1.fr>

LISTE DES RAPPORTEURS DES ARTICLES DU TOME 23

Paul BROQUET (Université de Franche-Comté, Besançon ; S.G.N.)
Philippe CLAEYS (Vrije Universiteit Brussel, Belgique)
Annie CORNEE (Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris)
Catherine CRÔNIER (Université de Lille – Sciences et Technologies, Villeneuve d'Ascq)
Jean-François DECONINCK (Université de Bourgogne, Dijon)
Alain DEMOULIN (FSR-FNRS & Université de Liège, Belgique)
François DUCHAUSSOIS (A.P.B.G., Conservatoire d'Espaces Naturels de Picardie, S.G.N. ; Neuville-Saint-Amand, Aisne)
Dominique GASQUET (Université Savoie Mont Blanc, Chambéry)
Francis MEILLIEZ (Université de Lille – Sciences et Technologies, Villeneuve d'Ascq ; S.G.N.)

A N N A L E S
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Société fondée en 1870 et autorisée par arrêtés en date des 3 Juillet 1871 et 28 Juin 1873

Secrétariat : **Société Géologique du Nord**

Université de Lille – Sciences et technologies, UFR des Sciences de la Terre, 59655 Villeneuve d'Ascq cedex

Tél. 03 20 33 70 47 (secrétaire) - C.C.P. Lille 52-47 Y

Site Web : <http://sgn.univ-lille1.fr>

E-mail du président : Francis.Meilliez@univ-lille1.fr

E-mail du secrétaire : Fabien.Graveleau@univ-lille1.fr

E-mail du directeur de la publication : sgn-edition@univ-lille1.fr

AVANT-PROPOS : vie de la Société en 2016

par Francis MEILLIEZ, président, Alain BLIECK, directeur de la publication & Renée DUCHEMIN, trésorière

2016 : une année d'inflexions

Le tome 23 des *Annales* peut paraître mince, mais il révèle directement et indirectement un besoin d'adaptation permanente à un contexte en évolution forte. Les *Annales* de la SGN se positionnent sur deux axes : permettre aux chercheurs de publier des résultats analytiques que les revues qualifiées de « recherche dure » (A, A+, ...) n'acceptent plus, mettre à disposition de tous les amateurs et usagers de la géologie des synthèses et discussions sur des notions rénovées soit à la suite d'une évolution des techniques d'analyse, soit par une accessibilité nouvelle à des données. Ces deux axes sont des préalables au développement de la recherche. Illustrant cette intention, l'article de Campagne *et al.*, présente brièvement les enjeux et les principes d'une réforme culturelle fondamentale qui touche l'enseignement primaire et secondaire (particulièrement le collège) dès cette rentrée 2016. Les médias parlent de ce qui touche les lecteurs/auditeurs, dans un sens supposé leur attirer davantage de clients. Les *Annales* essaient de vous montrer comment, dans le domaine des sciences de la Terre, la réforme qui s'engage tente de prendre l'élève et le professeur comme des citoyens amenés à vivre ensemble et à décider ensemble dans quelle société ils veulent vivre. Tout citoyen a le droit de savoir qu'on ne peut pas construire n'importe quoi n'importe comment et n'importe où. Chaque citoyen a le droit de savoir la part de déterminisme et la part d'incertitudes qui caractérisent la prévision des inondations et des séismes. L'enjeu est considérable ; la stratégie est nécessairement une méthode à étaler sur une génération.

Les articles de MAILLET & MILHAU, MEILLIEZ, MISTIAEN *et al.* sont typiques des *Annales* : ce sont des synthèses : sur un type de microsphérules du Givétien, sur la connaissance structurale du Cambrésis, sur l'état des lieux du bassin carrier du Boulonnais et de ses aspects patrimoniaux. A propos du Givétien, l'ouvrage qui servira de référence sur l'étage Givétien sortira avant la fin de l'année 2016 : coordonnée par Denise BRICE, une équipe s'est attelée à faire le point des connaissances sur les coupes qui, à Givet, ont servi de stratotype pour l'étage Givétien. L'ouvrage sera une *Publication Scientifique du Muséum*, collection dont la direction est assurée par Patrick DE WEVER et l'édition par Biotope et le BRGM. On voit que les adhérents de la SGN sont très présents sur ce chantier. D'autres le sont aussi sur un prochain volume consacré au Turonien.

Depuis le précédent tome, la SGN a perdu quelques membres historiques, dont la mémoire est rapportée ici : André Delmer par Francis ROBASZYNSKI, André Dalinval par Jean-Pierre LAVEINE *et al.*, et Jean-Paul Huvelin par Daniel VACHARD & Elisabeth LOCATELLI. En ce début d'automne la SGN a aussi perdu un ancien président, Paul Celet, et un adhérent très actif au sein de l'Education Nationale, Pierre Cuir. Leurs mémoires seront évoquées dans le tome 24 (2017).

La mission de la SGN est de promouvoir la géologie. C'est pourquoi la SGN s'est faite organisatrice d'évènements (conférences, visites de terrain, expositions) dès ses débuts (1870) et éditrice scientifique depuis 1875. L'édition scientifique connaît en ce moment une très forte évolution. Les grandes maisons anglophones la contrôlent en essayant de combiner une réduction des coûts avec une labellisation de prestige attachée au fait de pouvoir publier chez elles. Les chercheurs ont besoin de telles publications pour conforter leur carrière. Les *Annales* ne peuvent lutter sur ce terrain. En revanche elles peuvent être positionnées de façon à faire de ce handicap une opportunité. D'abord sur la forme, puis sur le fond. Sur la forme, une bonne coopération menée depuis 2006 avec l'université fait que l'intégralité des *Annales* et des *Mémoires* est accessible en ligne (<http://iris.univ-lille1.fr>), disponible auprès de tout public. A ce jour, la SGN est en avance sur ses collègues, dans le club des « sociétés savantes ». Merci aux administrateurs précédents.

Sur le fond, la compétition entre revues scientifiques internationales, et entre chercheurs pour y publier, est telle que la présentation des données analytiques est réduite à l'essentiel. C'est peut-être économique et pertinent pour les chercheurs en pointe dans la compétition ; c'est malencontreux pour tous les autres publics car cela ne rend pas compte des tentatives, des boucles « essai/erreur » par lesquelles passe tout chercheur. L'incertitude n'est présentée que dans les discussions mais n'apparaît pas dans l'acquisition des données. Or, en sciences de la Terre, cette acquisition est l'étape fondamentale de référence. Pour s'en convaincre il suffit de relire la majeure partie des publications écrites dans les *Annales* d'avant la Seconde Guerre Mondiale : la description des affleurements est telle qu'il est possible de retourner sur place aujourd'hui et, moyennant décapage, de retrouver les données initiales si des travaux d'aménagement ne les ont pas détruites. Autrement dit, les descriptions de données (affleurements, sondages, terrassements, échantillons) sont très utiles à tous les usagers. Les *Annales* peuvent contribuer à sauvegarder et valoriser ce patrimoine, utile aux générations actuelles et futures. Mais pour cela il faut des auteurs. Nombreux sont les adhérents de la SGN qui disposent encore de leurs carnets de terrain, contenant des observations qui n'ont jamais été présentées. La SGN peut s'organiser pour identifier un réseau de référents qui pourraient aider à présenter ces données pour les mettre à la disposition du public. Une vague en faveur d'une « science collaborative » associant le public au chercheur se met en mouvement. Le besoin existe aussi en géologie. Nombre d'observations temporaires n'ont jamais été valorisées, même si seules quelques-unes d'entre elles présentent un intérêt nouveau. Il n'est pas question de faire une publication pour chaque talus de route, mais simplement d'enregistrer des informations. La SGN peut accompagner une telle opération sur le long terme. Les collègues qui travaillent sur tout ou partie du territoire régional sauront mettre en perspective cet apport émiétté pour lui donner du sens. Ainsi, dans ce volume, l'article qui s'intéresse au Cambrésis et fait le constat d'une richesse de données éparses, plus ou moins anciennes, s'en sert pour reformuler quelques questions scientifiques en attente de réponse. Plusieurs autres de ce style sont nécessaires.

Mais pour quel public écrire tout cela ? On a compris que les *Annales* peuvent accueillir l'enregistrement de données inédites, leur mise en perspective dans un thème géologique ou par rapport aux enjeux de territoire. Tout ceci est un matériau destiné aux chercheurs et amateurs de géologie, valorisant des analyses et des synthèses partielles. Mais les usagers permanents ou temporaires de la connaissance du sous-sol que sont les constructeurs, les producteurs de matière première, les enseignants, les paysagistes – et cette liste n'est pas exhaustive - ont besoin d'accéder à une connaissance qui leur permette de « s'y retrouver » sans avoir à reprendre des études. A l'heure actuelle, la compréhension d'une carte géologique demeure réservée aux initiés et aux passionnés. Si davantage de citoyens savaient la lire il y aurait peut-être moins de constructions en zones inondables, sur des zones humides. Les *Annales* sont là aussi pour aider le citoyen à mieux comprendre son environnement et à l'occuper intelligemment. Cela peut se faire *via* les entreprises, les élus et services techniques des collectivités territoriales, le monde associatif. Et le rôle des *Annales* est donc aussi de servir d'intermédiaire, dans les deux sens, entre le chercheur et l'utilisateur.

2016 : vie de la Société

Administration

Le Conseil d'administration (C.A.) s'est réuni 4 fois, les 27 janvier, 11 mars, 22 juin et 9 novembre 2016. Le Bureau s'est réuni régulièrement, environ une semaine sur deux. De nombreuses discussions ont porté sur le devenir de la Société et, en particulier, sur sa fonction d'édition scientifique, dans le cadre décrit ci-dessus par Francis MEILLIEZ : quel avenir pour les *Annales* de la SGN (ainsi que pour ses *Mémoires* et *Publications*), devons-nous continuer en version papier (avec les problèmes financiers inhérents) ou passer en version électronique en ligne, comment redéfinir le site Web, comment introduire éventuellement un blog, quelles doivent être nos relations avec Lilliad (le nouvel « e-Learning Center Innovation » de l'Université de Lille – Sciences et technologies, ex-Service Commun de Documentation, intégrant entre autres la bibliothèque centrale, dépositaire du fonds bibliographique de la SGN qui résulte de près de 150 ans d'échanges des *Annales* avec des institutions, bibliothèques et laboratoires français et étrangers) ? Le **groupe de travail « éditions »** a donc travaillé sur cet aspect et une enquête a été menée auprès des membres. Le thème abordé était le suivant : « Nous vous sollicitons pour connaître votre opinion sur la question de l'édition numérique en ligne des *Annales* : Solution 1 – abandon de la version papier au profit d'un abonnement pdf ; solution 2 – maintien de l'abonnement papier tel qu'actuel et fourniture en plus de la version numérique pdf ; solution 3 – maintien de la situation actuelle (abonnement papier seul) ; solution 4 – sans opinion. » L'enquête a donné les résultats suivants : solution 1 – 23, solution 2 – 18, solution 3 – 6, sans opinion – 1. La question est dès lors de savoir si on adopte la solution 1 ou une solution mixte 1-2, à savoir abonnement à la version numérique, avec possibilité, pour ceux et celles qui le demanderaient, de recevoir en plus la version papier (en adaptant les tarifs d'abonnement). Cette évolution est liée à celle du site Web et d'un éventuel blog dédié. Après examen des contraintes techniques, sous les conseils de Patrick AUGUSTE (qui ici représente notre partenaire la SGF, soumise aux mêmes questions que la SGN), la SGN réunira son C.A. en janvier 2017 pour prendre une décision qui sera présentée à l'A.G. de février 2017. Dans ce contexte de redéfinition de sa « communication scientifique », la SGN s'est dotée d'un nouveau logo pour tenir compte de la nouvelle réalité territoriale qui a vu les régions « Nord – Pas-de-Calais » et « Picardie » fusionner dans les « Hauts-de-France ». Il figure en page I de couverture.

La Société a mis sur pied cette année un **groupe de travail « éducation »** associant des représentants des corps d'inspection et de professeurs, actifs ou récemment retraités, chargé de réfléchir sur la contribution de la SGN à la mise en œuvre des nouveaux programmes scolaires en primaire et au collège. En effet, la loi d'orientation et programmation pour la refondation de l'école de la République du 8 juillet 2013 définit les grands principes de la réforme de l'école élémentaire et du collège. Elle est mise en place depuis la rentrée de septembre 2016. Elle entraîne une nouvelle organisation de l'école et du collège, de nouveaux cycles, un renouvellement profond des pratiques pédagogiques et laisse une place significative aux travaux interdisciplinaires (Campagne *et al.*, 2016). Elle concerne, entre autres, l'enseignement de la géologie. Pour mettre en application ces programmes, en particulier en géologie, et les ancrer au mieux dans le contexte régional, comme le précisent les textes officiels, les enseignants doivent pouvoir exploiter des exemples locaux. De nombreux supports existent sur le terrain mais sont souvent mal connus ou connus par un nombre restreint de professeurs. Le GT-Education de la SGN se propose, en s'appuyant sur l'expertise des universitaires, de faciliter les échanges entre les différents utilisateurs afin de permettre une mutualisation des ressources locales repérées.

Sur le plan des **finances**, jusqu'à présent, les ventes des volumes des *Annales* étaient taxées à 2.1%. Or, après avoir consulté le Service des Impôts, il s'est avéré que la SGN était dans l'illégalité puisque les critères justifiant d'une telle valeur du taux d'imposition n'étaient plus réunis (notamment une publication avec une périodicité régulière et au moins trimestrielle). De fait, les *Annales* ne sont considérées ni comme des « livres » ni comme de la « presse » (au sens du service des impôts) et sont donc légalement soumises à un taux de 20%. Ce taux est désormais applicable aux *Annales* et a nécessité une réflexion sur l'équilibre du budget prévisionnel de 2017 – incluant entre autres un passage en édition numérique en ligne. Un dossier de reconnaissance de la SGN en tant que société d'intérêt général a été ouvert. Pour qu'une société soit reconnue d'intérêt général, elle doit répondre à trois critères : ne pas agir pour un cercle restreint de personnes, avoir une gestion désintéressée et exercer une activité non lucrative. Ces trois conditions sont bien réunies par la SGN. Partant de ces constats, un dossier a été déposé en octobre au service juridique de la direction générale des impôts à Lille et nous attendons la réponse. Cette reconnaissance autorise la société à émettre des reçus fiscaux et permet donc aux donateurs de récupérer une partie des dons sous forme de réduction d'impôt égale à 60% du montant de leur versement. Les bénévoles qui sont amenés à engager des frais sur leurs propres deniers pour le compte de l'association pourraient, à condition de faire don à l'association des frais engagés, bénéficier de la même réduction d'impôt sur le revenu.

L'Assemblée Générale (A.G.) annuelle était « décentralisée ». Elle s'est tenue le mercredi 17 février 2016 à la Communauté d'Agglomération de Cambrai, à Cambrai (59). Le rapport moral du président F. MEILLIEZ a abordé les points suivants : évolution des associations dans un contexte financier difficile, engagement des membres bénévoles, rôle d'éditeur scientifique de la Société (voir ci-dessus), préparation du cent-cinquantième. Le bilan financier du trésorier Thierry OUDOIRE a conclu à un bilan comptable 2015 bénéficiaire, dû principalement au versement de la subvention pour l'impression du *Mémoire XVII* (imprimé en 2014), à la poursuite du partenariat avec la société Solétanche Bachy (maintien d'une subvention de 1 000 €), au bon retour des cotisations, et à des opérations extérieures bénéficiaires (notamment Rendez-Vous Nature CG59 ; excursions ; accompagnement du Lycée Mansart). Comme d'habitude, le poste principal des dépenses concerne le tome annuel des *Annales* (5684,34 € pour le tome 22). Au moment de cette A.G., la SGN comptait 137 adhérents (6 personnes morales ; 131 personnes physiques), soit quatre de plus que l'année précédente. En cette fin d'année 2016, la SGN compte 148 adhérents (2 présidents d'honneur, 6 personnes morales et 140 personnes physiques), soit 11 de plus qu'il y a un an [hors membres à perpétuité]. Au cours de cette A.G. 2016, a été renouvelé le C.A. pour les deux années à venir. Le nouveau C.A. sorti des urnes est le suivant :

Bureau :

Président : Francis MEILLIEZ, géologue, professeur émérite, UFR Sciences de la Terre, Université de Lille, Villeneuve d'Ascq (59)

1^{er} Vice-président : Hervé COULON, géologue, Responsable Adjoint du Département Risques et Développement des Territoires, Centre d'Études et d'Expertises sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement (Cerema - Direction Territoriale Nord Picardie – ex CETE Nord-Picardie), Sequedin (59)

2nd Vice-président: Bernard MAITTE, historien des sciences et cristallographe, professeur émérite, UFR de Physique, Université de Lille, Villeneuve d'Ascq (59)

2nd Vice-président: Jean-Pierre DE BAERE, géologue, ex-Chef du Groupe Géotechnique du Laboratoire Régional de Lille, retraité du Centre d'Études Techniques de l'Équipement (CETE Nord-Picardie), Lambersart (59)

Secrétaire : Fabien GRAVELEAU, géologue, maître de conférence, UFR Sciences de la Terre, Université de Lille, UMR CNRS LOG, Villeneuve d'Ascq (59)

Secrétaire adjoint : Thierry OUDOIRE, Conservateur Géologie, Musée d'Histoire Naturelle, Lille (59)

Trésorière : Renée DUCHEMIN, Inspectrice d'Académie – Inspectrice Pédagogique Régionale de SVT honoraire, Lille (59)

Bibliothécaire : Olivier AVERBUCH, géologue, maître de conférence, UFR Sciences de la Terre, Université de Lille, UMR CNRS LOG, Villeneuve d'Ascq (59)

Directeur de la publication : Alain BLIECK, paléontologue, directeur de recherche émérite CNRS, UFR Sciences de la Terre, Université de Lille, UMR CNRS EEP, Villeneuve d'Ascq (59)

Conseillers :

Patrick AUGUSTE, paléontologue et archéozoologue, chargé de recherche CNRS, UFR Sciences de la Terre, Université de Lille, UMR CNRS EEP, Villeneuve d'Ascq (59)

Géraldine BERREHOUC, géologue responsable de l'activité « risques naturels » (SEMOFI), Archamps (74)

François DUCHAUSSOIS, professeur SVT retraité, Neuville St Amand (02)

Christian LOONES, paléontologue, retraité du secteur hospitalier, Loos (59)

Jean-Yves REYNAUD, géologue, professeur, UFR Sciences de la Terre, Université de Lille, UMR CNRS LOG, Villeneuve d'Ascq (59)

Jacques ROUGE, géologue, retraité de GDF-SUEZ (stockage souterrain de gaz et dépollution des Anciennes Usines à Gaz), Lompret (59)

Le taux de renouvellement de ce C.A. est de $3/15 = 20\%$. Il est composé à 13% (2/15) de femmes et 87% (13/15) d'hommes. A également été renouvelé l'un des membres du Conseil scientifique et éditorial (CSE), M. Rémi GOURVENNEC étant démissionnaire. Il a été remplacé par M. Pierre BARBEY, professeur émérite à l'Université de Lorraine, et chercheur au Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques (CRPG) à Nancy.

Vie scientifique

Dans le cadre du « **Février des sciences** » de la Communauté d'Agglomération de Cambrai, placé sous la responsabilité d'un des membres SGN, Gérald DELFOLIE, et sous l'égide de **Jules Gosselet** dont c'était le centenaire du décès, cette partie de l'A.G. a été suivie d'une présentation d'ouvrages patrimoniaux de la Médiathèque d'Agglomération de Cambrai, puis d'une séance de communications orales invitées :

- « La matière organique. De la biosynthèse au kérogène », par M. Quijada-Hermoso (Post-doctorant, Univ. Lille, UMR 8187 LOG) ;
- « Les nouvelles réglementations applicables aux collectivités territoriales : Gestion des Milieux Aquatiques et la Prévention des Inondations (GEMAPI) », par H. Coulon (Directeur régional, CEREMA, Lille) ;

- « Analyse critique de la notion de Faille du Midi entre la Manche et le Rhin », par F. Meilliez (Professeur Emérite, Univ. Lille, UMR 8187 LOG) ;
- « Le trait de côte du Nord – Pas-de-Calais – Picardie », par A. Trentesaux et J.-Y. Reynaud (Professeur, Univ. Lille, UMR 8187 LOG) ;
- « L’inventaire régional Nord – Pas-de-Calais – Picardie du patrimoine géologique » par G. Guyétant (CEN Nord-Pas de Calais), P. Dron & F. Duchaussois (CEN Picardie) ;
- « Notice biographique d’A. Dalinval » par T. Oudoire (Conservateur Géologie, Musée d’Histoire Naturelle, Lille), J.-P. Laveine et J. Cuvelier.

Quelques affichettes traitaient, quant à elles, des sujets suivants :

- « Les fonds du Pas de Calais nous révèlent son histoire », par A. Trentesaux & J.-Y. Reynaud ;
- « La faune quaternaire du Cambrésis », par P. Auguste ;
- « Un pic de biodiversité il y a 415 millions d’années – Les vertébrés en Nord de France et Sud-Belgique », par A. Blicek ;
- « La craie – encore une histoire de fêce », par P. De Wever ;
- « L’entonnoir de l’Escaut : une disposition naturelle favorable aux inondations », par F. Meilliez ;
- « Rhynchonelles (Brachiopodes) découvertes par Gosselet (1877, 1887) dans le Dévonien supérieur de France (Boulonnais) et de Belgique », par D. Brice ;
- « Boulonnais : la connaissance des terrains dévoniens, de la carte de Gosselet, 1860, à la carte actuelle », par B. Mistiaen & D. Brice ;
- « *Thamnopora boloniensis* (Gosselet, 1877), une espèce de Tabulé (corail du Paléozoïque) largement répandue », par B. Mistiaen & E. Pinte.

Enfin, en soirée, Patrick DE WEVER a donné une conférence « grand public » sur « Géologie et Hommes du Nord » devant une cinquantaine de personnes. Cette réunion « décentralisée » de l’A.G. de la SGN a été une réussite, et pourrait être renouvelée à l’avenir.

L’Université de Lille organisera la **26^e Réunion des Sciences de la Terre (RST)** du 22 au 26 octobre 2018. Alain TRENTESAUX (SGN), Patrick AUGUSTE (SGN) et Nicolas TRIBOVILLARD seront les porteurs du projet. Plusieurs sessions spécialisées sont déjà proposées, en particulier la session **GeoReg2** (géosciences régionales) qui sera initiée et animée par la SGN, en collaboration avec d’autres associations régionales (AGSO, AGSE, AGBP, etc.), dans le cadre du partenariat de la SGN avec la SGF,

Grand public

La SGN a tenu un stand d’exposition au Forum de la Châtellenie de Lille, à Quesnoy-s/Deûle (59), le dimanche 3 avril. Elle y a présenté ses ouvrages ainsi qu’une affiche sur le thème de « La Société Géologique du Nord pendant la Grande Guerre : des années de tourmente », réalisée par Jessie CUVELIER, Alain BLIECK & Francis MEILLIEZ. Elle a également participé aux Journées Européennes du Patrimoine le week-end des 17-18 septembre, au cours duquel F. MEILLIEZ et A. BLIECK ont animé des visites guidées des peintures géologiques murales de l’ancien Institut des Sciences naturelles de la Faculté des sciences, rue Gosselet à Lille, dans les locaux de la MRES.

Conférences

Trois conférences ont été données cette année. Le mercredi 23 mars à la MRES, Alain CADET, auteur du livre « L’explosion des Dix-huit Ponts » a donné une conférence sur « L’explosion des Dix-huit Ponts, un AZF lillois en janvier 1916 », suivie de la dédicace de son livre paru aux éditions Les Lumières de Lille. Il est utile de rappeler ici que le décès de Jules Gosselet est une conséquence indirecte de cette explosion (les Dix-huit ayant été un dépôt de munition allemand pendant la Première Guerre Mondiale), épisode détaillé dans la biographie de J. Gosselet écrite par Charles Barrois (1920). Le mercredi 11 mai, dans l’amphithéâtre de l’Espace Culture de l’Université de Lille – Sciences et technologies, Bernard MAITTE a parlé des « Propriétés optiques des cristaux et théories de la lumière (1660-1850) ». Cette conférence était suivie de la dédicace de son livre « Une histoire de la lumière de Platon au photon » paru aux éditions du Seuil. La troisième conférence « Construire en pierre, une plus-value culturelle » a été donnée par Etienne PONCELET, architecte en chef des Monuments historiques, le mercredi 9 novembre dans les locaux du Conseil d’Architecture, d’Urbanisme et de l’Environnement (CAUE) du Nord, à Lille. Cette conférence a été précédée, en début d’après-midi, d’une séance de travail autour de la plate-forme S-Pass du site Web du CAUE, au CAUE, à l’usage des membres de la SGN (<http://www.caue-nord.com>, et <http://www.s-pass.org/fr/>). Il est en effet envisagé que la SGN, dans le cadre de son partenariat avec le CAUE, participe à cette plate-forme.

Sorties de terrain

Cette année, la SGN a organisé six sorties de terrain, un chiffre nettement supérieur à la moyenne habituelle. La première a été une coopération sous forme d’une **Réunion extraordinaire de la Société Géologique de France** en partenariat avec la Société Géologique du Nord - avec le soutien du B.R.G.M. du 4 au 7 avril 2016 « Sur les traces de Jules Gosselet en Ardenne » sous la direction de Francis MEILLIEZ & Frédéric LACQUEMENT (BRGM / SGN). Une trentaine de personnes y ont participé, venues de France, Belgique, Luxembourg, Pays-Bas et Allemagne. Le fil rouge était de retenir trois secteurs sur lesquels Gosselet s’était particulièrement investi pour décrypter la géologie de l’Ardenne. La première journée sur le Massif de Rocroi a permis de clarifier les esprits sur la réalité d’une discordance calédonienne et de faire une pré-présentation de la carte géologique de Fumay, rénovée. La deuxième journée autour de Givet a permis de revoir les coupes qualifiées d’historiques et de montrer comment on peut identifier des failles synsédimentaires en pays couvert. La troisième journée, courte pour permettre les retours à la maison, s’est faite autour du front varisque et de la citadelle de Namur.

La deuxième sortie était une réédition « **Le Ru des Voyettes** : comment passer un cours d'eau aux oublis ? », dirigée par F. MEILLIEZ le samedi 9 avril 2016, entre Villeneuve d'Ascq et Lesquin ; cette sortie concernait l'impact des aménagements publics sur le Ru des Voyettes, un affluent de la rive gauche de la Marque. La troisième sortie s'est faite au **Mont Noir (St Jans Cappelle)** le dimanche 10 avril, elle était dirigée également par F. MEILLIEZ sur le thème de la ressource en eau. La quatrième sortie, le vendredi 13 mai, était dirigée par Rik HOUTHUYS (géologue consultant) et Noël VANDENBERGHE (professeur de géologie à l'Université de Leuven, Belgique) ; elle portait sur « Sédimentologie et paléogéographie des **sables de Bruxelles en Belgique** », entre Braine-l'Alleud et Bierbeek. La cinquième sortie s'est déroulée le jeudi 2 juin dans le cadre du 28^e Congrès Préhistorique de France, sur le thème « **Préhistoire en vallée de la Somme** » en l'honneur de Victor Commont, un ancien membre préhistorien de la SGN (Auguste *et al.*, 2014). Cette excursion extraordinaire a permis la visite de sites historiques tout autant que préhistoriques : Saint-Acheul, Cagny-la-Garenne, Abbeville ; mais aussi des sites récemment redécouverts : Caours, Renancourt (vestiges paléolithiques, stratigraphie, histoire des sciences) ; elle était dirigée par Jean-Luc LOCHT (INRAP), Pierre ANTOINE (CNRS, UMR 8591), Clément PARIS (INRAP) & David HERISSON (INRAP). La dizaine de membres SGN présents était « noyée » au sein d'un groupe de près de 90 participants. La sixième et dernière sortie s'est faite le samedi 24 septembre en Belgique « Visite du jardin géologique et coupe de terrain à **Bernissart** », sous la direction de Jean-Marie CHARLET (professeur émérite de Polytech'Mons) : visite guidée du parcours géologique de Bernissart, visite du musée de l'Iguanodon, coupe du Mont des Groseilliers – Viséen et radioactivité. Cette dernière était plus spécifiquement dédiée aux enseignants du primaire et du secondaire. Des comptes rendus de ces excursions ont été installés sur le site Web de la SGN à l'adresse suivante : <http://sgn.univ-lille1.fr/index.php?page=excursions>.

Editions

La SGN est engagée, en tant que co-éditrice, dans la réalisation d'un livre « **Géologie et Grande Guerre** » (titre non définitif), avec l'Association des Géologues du Bassin de Paris (AGBP, Jean-Claude Porchier étant rédacteur-en-chef : <http://www.agbp.fr/blog/>) et le Comité Français d'Histoire de la Géologie (COFRHIGEO : <http://annales.org/archives/cofrhigeo/>), dans le cadre des commémorations du centenaire de la Première Guerre Mondiale. Plusieurs membres de la SGN interviennent dans les chapitres consacrés à la région des Hauts-de-France (Flandre française, bassin houiller du Nord – Pas-de-Calais, Artois, Picardie) et dans des chapitres thématiques (les géologues lillois pendant la guerre, la préservation des collections de géologie). Le président et le directeur de la publication sont engagés dans la recherche d'aides financières publiques et privées pour mener à bien ce projet. Quant au **tome 23 des Annales**, le président en a présenté le contenu dans la première partie de cet avant-propos, qu'il n'est pas nécessaire de répéter ici.

REFERENCES CITÉES

- AUGUSTE P., SOMME J. & VALLIN L. (2014). — Le rôle de la Société géologique du Nord et de ses publications dans l'évolution des connaissances sur le Quaternaire. *In*: BLIECK A. & DE BAERÉ J.-P. (eds), La Société géologique du Nord et l'histoire des sciences de la Terre dans le nord de la France. *Mém. Soc. géol. Nord*, **XVII** : 129-138.
- BARROIS C. (1920). — Jules Gosselet (1832-1916). *Ann. Soc. géol. Nord*, **XLIV** [1919] : 10-47.
- CAMPAGNE D., DAMBRINE J.-M., DOFFE M., DUCHAUSSOIS J.-F., DUCHEMIN R., GREVET N., IMPORTUNO F., MEILLIEZ F., MOULLET J.-M., PRUVOST L., ROUGET M.-N. & SARRAZIN N. (2016). — Quelle place pour la géologie dans les programmes de l'école au lycée ? *Ann. Soc. géol. Nord*, 2^e série, **23** : ce volume.

Toutes les informations, actualités et nouveautés sont sur le site Web de la S.G.N. :

<http://sgn.univ-lille1.fr>

La Société géologique du Nord il y a 50 ans

Tome LXXXVI des *Annales* (1966)
par Alain BLIECK

1966 est l'année du début du déménagement de la Faculté des sciences de l'Université de Lille sur le nouveau campus d'Annappes, petite ville d'environ 10 000 habitants qui fusionnera en 1970 avec les communes d'Ascq et de Flers-lez-Lille pour créer la ville nouvelle de Villeneuve d'Ascq, en périphérie est de Lille. 1966 est aussi la dernière année de la Propédeutique. Les étudiants qui s'orientaient vers la Géologie suivaient la « Propé SPCN » (Sciences physiques, chimiques et naturelles). Dès la rentrée d'octobre 1966, la réforme Fouchet amènera un Premier Cycle sous forme de DUES (Diplôme Universitaire d'Etudes Scientifiques) en deux ans, avec des options : MP, PC, CB-BG en première année, CB et BG étant séparés en seconde année. Le nouveau campus est en construction : le premier Département à s'installer est celui des Sciences de la Terre, qui s'installe au SN5 à la fin de l'été. Néanmoins, la Société géologique du Nord (SGN) a continué de se réunir dans ses locaux historiques du centre ville de Lille, à l'ancienne Faculté des sciences, au 23 de la rue Gosselet. Le conseil d'administration, élu à la séance du 5 janvier, est composé de :

Président d'Honneur :	M. Pierre PRUVOST
Président :	M. Pierre DOLLE
Première Vice-Présidente :	Mme Simone DEFRETIN
Vice-présidents :	Mlle Dorothee LE MAÎTRE & M. Gérard WATERLOT
Secrétaire :	M. Jean PROUVOST
Secrétaire adjoint :	M. Jacques PAQUET
Trésorier :	M. l'Abbé Gilbert TIEGHEM
Déléguée aux publications :	Mme Paule M. CORSIN (ex DANZE-CORSIN)
Archiviste bibliothécaire :	M. Emile MERIAUX
Conseillers :	MM. Charles DELATTRE, Alphonse BEUGNIES, René MARLIERE, Alexis BOUROZ, Paul CORSIN & Paul CELET.

On peut évaluer le nombre de membres de la SGN en 1966 d'après la liste des membres publiée dans le tome LXXXV de 1965 des *Annales* (328), en y ajoutant les membres élus au cours des séances mensuelles de 1966 : 4 le 5 janvier, 2 le 2 février, 2 le 30 mars, 2 le 1^{er} juin, moins trois décès, ceux de MM. Louis Dollé, J. Chavy et Edmond Leroux, tous trois anciens présidents de la SGN, respectivement en 1926, 1936 et 1958 (Bonte, 1966 ; Blicke *et al.*, 2014, tabl. 2 – où s'est glissée une erreur concernant le prénom de M. Leroux). Ce qui amène à un total de 335, proche du maximum de membres enregistré au cours de l'histoire de la SGN, dans les années 1967 à 1973 (343 puis 344). En 1966, la SGN s'est réunie huit fois en séances ordinaires (5 janvier – avec renouvellement des membres du Conseil d'administration, 2 février, 2 mars, 30 mars, 27 avril, 1^{er} juin, 9 novembre et 7 décembre), et une fois en réunion extraordinaire, le 12 juin, sous la forme d'une « Excursion de sédimentologie dans l'Eocène du Massif tertiaire de Saint-Gobain, sous la direction de M. P. DOLLE, Chef du Laboratoire de recherches pétrographiques des H.B.N.P.C. » (*Ann. SGN*, LXXXVI, p. 213). Ses travaux ont donné lieu à la publication de 22 articles dans le tome LXXXVI des *Annales* (extrait de la table des matières du tome, p. 239-241, où certains articles sont référencés à deux voire trois rubriques différentes) :

Stratigraphie

- P. ANDREIEFF & G. DUÉE, La succession des zones de faciès dans la partie occidentale de la chaîne bordière des Monts Péloritains (Sicile nord-orientale), C.F.P. (M), COPESEP, R.A.P. & S.N.P.A., Contribution à la connaissance des bassins paléozoïques du Nord de la France (suite). Tableaux des core-drills,
- G. WATERLOT, La tourbière du Vallon du Schoubrouck, affluent de l'Aa, rive droite (cuvette de Clairmarais),
- A. BONTE, Le Quaternaire de la Pointe aux Oies entre Wimereux et Ambleteuse (Pas-de-Calais),
- G. DASSONVILLE, Observations géologiques nouvelles à la carrière de Raimbeaucourt (Nord),
- C. HEDDEBAUT, Données nouvelles sur le Silurien et le Dévonien des Pyrénées basques,
- P. CELET, Remarques sur l'Albien et le Cénomaniens du sous-sol de Rozoy-sur-Serre (Aisne),

Hydrogéologie

- J.P. VANÇON, La notion de « surface efficace » ; sa signification et son utilité en hydrogéologie,

Sédimentologie

- P. DOLLE & F. LEGRAND, Quelques observations sur le Siluro-Dévonien charrié du Pas-de-Calais,

Pétrographie et Minéralogie

- E. MÉRIAUX, Caractères des houilles de Dara-e-Souf (Turkestan afghan),
- E. MÉRIAUX, A propos des analyses macérales,
- P. DOLLÉ & F. LEGRAND, *ibid.*,
- Ch. DELATTRE & E. MERIAUX, Sur un aspect particulier et sur une origine de la micrinite fine,
- A. BONTE, Déformations spontanées dans les roches par recouvrance,
- E. ALPERN, Etude de la fusibilité de l'inertinite,

Paléontologie

- R. COQUEL, Etude des microspores contenues dans des stériles du Westphalien C inférieur. Corrélations palynologiques entre les groupes de Béthune-Nœux et d'Auchel-Bruay,
- P. ANDREIEFF & G. DUÉE, *ibid.*,
- J. DROT et J.C. FISCHER, Nouvelles observations sur « *Rhynchonella* » *decorata* (Schlotheim), Brachiopode bathonien,

- E. NAKOMAN, Contribution à l'étude palynologique des formations tertiaires du Bassin de Thrace. 1. - Etude qualitative, P. DOLLÉ & F. LEGRAND, *ibid.*,
J. LEVET-CARETTE, Microflore wealdienne provenant d'un puits naturel à la fosse Vieux-Condé (groupe de Valenciennes),
D. LAURENTIAUX, Présence du genre *Dysmenes* Handl., insectes blattaires, dans le Stéphanien de la Creuse,
P.M. CORSIN, S. LOBOZIAK & C. SOYEZ, Sur le problème du genre *Tuberculatisporites*,
D. LAURENTIAUX, *Stephanotermopsis* nov. gen., Protorthoptère nouveau du Stéphanien d'Auvergne et problème de l'origine des Termites.

Ceci correspond à une majorité d'articles de géologie sédimentaire, géologie des houilles et paléontologie incluses, avec un seul article de géologie appliquée (hydrogéologie) et un article sur la « mécanique des roches » (par A. Bonte). Dans son allocution de fin de mandat, P. Celet rappelle les difficultés financières de la Société (p. 4) malgré les aides du CNRS et de compagnies privées. Il y évoque très brièvement le problème du « relogement à Annappes ou [du] maintien en ces lieux », en particulier en ce qui concerne la bibliothèque (du 23 rue Gosselet à Lille). P. Dollé, nouveau président élu, évoque alors l'approche de l'année 1970 qui sera celle du centenaire de la Société. Il remarque qu'en un peu moins d'un siècle la SGN a vu l'effectif de ses membres sextupler, passant d'environ 35 membres en 1874 à 326 (en fait 328) en 1966. Et de manière traditionnelle, il rappelle l'engagement de la SGN à la fois en géologie fondamentale et appliquée, en engageant ses jeunes membres à « ne pas hésiter à reprendre les questions déjà étudiées par leur aînés s'ils y trouvent des points dont la solution ne leur paraît pas satisfaisante. » (p. 6). Joli programme ...

Arrêtons nous un instant sur la vie et l'œuvre scientifique de Louis Dollé (cf. Bonte, 1966). Né en 1878 à Niergnies, dans le Cambrésis (Nord), il a fait ses études secondaires et supérieures à Cambrai et à Lille, où il est devenu aide-préparateur de minéralogie puis préparateur de géologie-minéralogie de Charles Barrois. Il accompagnait alors sur le terrain son compatriote cambrésien et Maître ès géologie, Jules Gosselet lui-même, déjà âgé, mais fréquentant assidûment le laboratoire de géologie. C'est cette fréquentation qui a orienté Louis Dollé vers deux sujets d'étude coordonnés, la craie et les eaux souterraines, y compris les problèmes de pollution de ces eaux et d'hygiène publique, en particulier des agglomérations dont une grande partie de l'alimentation en eau provient de la nappe de la craie. Il a également participé au levé de plusieurs cartes géologiques de ce qu'on appelle aujourd'hui les Hauts-de-France. Il est décédé en 1965 dans sa 87^e année, à Saint-Lyé (Aube). Il était alors le plus ancien membre de la SGN qu'il avait rejointe en 1902.

Remerciements. — Merci à Francis Meilliez pour ses renseignements concernant le cursus universitaire et le déménagement de la Faculté des Sciences de Lille à Annappes (Villeneuve d'Ascq) en 1966.

REFERENCES CITEES

BLIECK, A. avec la collaboration de BRICE, D., CHARVET, J., CUVELIER, J., DE BAERE, J.-P., DHAINAUT, A., MATRION, A., MEILLIEZ, F., MISTIAEN, B., OUDOIRE, T., RICOUR, J., SOMME, J. & TRENTESAUX, A. (2014). — La Société Géologique du Nord et les sciences de la Terre dans le nord de la France : science, industrie et société.- In : BLIECK, A. & DE BAERE, J.-P. (eds), La Société géologique du Nord et l'histoire des sciences de la Terre dans le nord de la France. *Mémoires de la Société géologique du Nord*, **XVII** : 3-40.

BONTE, A. (1966). — Louis DOLLE (1878-1965). *Annales de la Société géologique du Nord*, **LXXXVI** (1) : 7-13.

QUELLE PLACE POUR LA GEOLOGIE DANS LES PROGRAMMES DE L'ÉCOLE AU LYCEE ?

What position for geology in scholarship programs in primary to secondary schools ?

par David CAMPAGNE (1), Jean Michel DAMBRINE (2), Michel DOFFE (3), Jean-François DUCHAUSSOIS (4),
Renée DUCHEMIN (5), Nicolas GREVET (1), Frédéric IMPORTUNO (6), Francis MEILLIEZ (7), Jean-Marc MOULLET (8),
Luc PRUVOST (9), Marie-Nathalie ROUGET (10) & Nadine SARRAZIN (11)

Résumé. – Dans les établissements scolaires, l'année 2015-2016 a été fortement marquée par la préparation d'une des plus importantes réformes que l'enseignement français ait connue. Sa mise en place demandera des ajustements progressifs durant quelques années. Cet article expose pourquoi et comment cette réforme a été pensée, et comment l'enseignement de la géologie y est réparti.

Abstract. – *2015-2016 year has been spent within schools (primary and secondary schools) by preparing one of the most considerable reform of French teaching curricula. To put in place such an agenda will necessitate several progressive adjustments during a few years.*

Mots-clés. – Ecole, collège, géologie, enseignement, réforme.
Key words. – *Primary school, secondary school, geology, teaching, reform.*

I. — LE CONTEXTE DE LA RÉFORME DE L'ÉCOLE AU COLLÈGE

La loi d'orientation et programmation pour la refondation de l'école de la République du 8 juillet 2013 définit les grands principes de la réforme de l'école et du collège. Sa mise en place débute à la rentrée de septembre 2016. Elle concerne toutes les disciplines et entraîne une nouvelle organisation de l'école et du collège, une redéfinition des cycles d'études et une évolution des pratiques pédagogiques. Cette réforme ambitieuse a pour objectif de combattre les déterminismes sociaux surtout chez les élèves à besoins particuliers (constat fait sur la base d'enquêtes internationales - enquêtes PISA : référence Internet citée en fin d'article). Les gouvernements français successifs se sont engagés dans une volonté de réforme visant à faire développer des compétences chez nos élèves dans une société en pleine mutation.

Extrait de l'annexe du texte de **LOI n° 2013-595 du 8 juillet 2013 d'orientation et de programmation pour la refondation de l'école de la République** (référence Internet citée en fin

d'article) : « *Face aux défis environnementaux du XXI^e siècle, il est indispensable de fournir aux élèves une éducation à l'environnement sur l'ensemble de leur cursus scolaire. Cette éducation doit, d'une part, viser à nourrir la réflexion des élèves sur les grands enjeux environnementaux comme la qualité de l'air, les changements climatiques, la gestion des ressources et de l'énergie ou la préservation de la biodiversité. Elle doit aussi, d'autre part, sensibiliser aux comportements écoresponsables et aux savoir-faire qui permettront de préserver notre planète en faisant évoluer notre manière de vivre et de consommer. Cette éducation, de nature pluridisciplinaire, ne se restreint pas à un enseignement magistral et peut inclure des expériences concrètes. La promotion de la culture scientifique et technologique : la culture scientifique et technologique prépare le futur citoyen à comprendre le monde qui l'entoure et à appréhender les défis sociétaux et environnementaux. Sa diffusion doit également permettre à la France de conforter son avance scientifique, son tissu industriel, son potentiel économique, sa capacité d'innovation et sa compétitivité en formant les techniciens, chercheurs, ingénieurs, entrepreneurs de demain. Il importe donc de développer à l'école, pendant le*

(1) Rectorat de Lille, 20, rue St-Jacques, F-59000 Lille ; david.campagne@ac-lille.fr, nicolas.grevet@ac-lille.fr

(2) 5 rue François Anicot, F-59553 Cuincy ; jean-michel.dambrine@laposte.net

(3) 7 rue d'Euwis, F-59113 Seclin ; m_doffe@orange.fr

(4) 10 Les Prés du Midi, F-02100 Neuville Saint-Amand ; fj.duchaussois@wanadoo.fr

(5) 48 rue Caumartin, F-59000 Lille ; ducheminrenee@yahoo.fr

(6) Collège Jean Jaurès, 1 rue de la Paix du 8 mai 1945, F-59160 Lille ; frederic.importuno@ac-lille.fr

(7) Université de Lille, UMR8217 du CNRS, UFR des Sciences de la Terre, F-59655 Villeneuve d'Ascq cedex ; francis.meilliez@univ-lille.fr

(8) Inspection Générale de l'Éducation Nationale, Ministère de l'Éducation Nationale, rue de Grenelle, F-75357 Paris SP07 ; jm.moulet@free.fr

(9) 57 rue du 11 novembre, F-62172 Bouvigny-boyeffles ; pruvostl@free.fr

(10) Collège A. Camus, 2bis avenue Bernard Chochoy, F-62380 Lumbres ; mnatforestier@orange.fr

(11) 12 rue du Maréchal Delattre de Tassigny, F-59420 Mouvaux ; nad.sarrazin@aliceadsl.fr

temps scolaire et périscolaire, une politique de promotion de la science et de la technologie. Tout au long de la scolarité, seront développées les relations entre le milieu scolaire et les acteurs du monde scientifique et technologique (laboratoires de recherche, ingénieurs, entreprises, musées, monde associatif...). L'un des objectifs est que de plus en plus d'élèves, notamment de filles, au cours et à l'issue de leur parcours, souhaitent s'engager dans les carrières scientifiques et techniques. Par l'évolution des pratiques pédagogiques, une attention particulière sera portée au renforcement de l'attractivité des enseignements scientifiques et technologiques pour susciter un plaisir d'apprendre et de pratiquer ces disciplines.» Le socle commun de connaissances, de compétences et de culture (ce que doit acquérir un élève durant la scolarité obligatoire) est repensé dans cette optique. La réforme ambitionne de faire acquérir à chaque élève ces compétences dans une logique de cycle.

1) Les principes

Les programmes sont conçus par cycles de 3 ans de manière à construire une meilleure progressivité des apprentissages (Fig. 1). Chaque cycle est présenté en trois volets qui en dégagent la trame :

- Volet 1 : les spécificités du cycle ;

- Volet 2 : les contributions essentielles des enseignements au socle commun ;
- Volet 3 : le contenu des enseignements.

Le contenu des enseignements précise les attendus de fin de cycle, les connaissances et compétences associées (Fig. 2). Il est accompagné de quelques repères de progressivité et de pistes pour aménager des liens avec d'autres enseignements. C'est un contenu volontairement restreint qui ne rentre pas dans le détail des pratiques de classe, ni des démarches pédagogiques. La liberté pédagogique de l'enseignant pour mener ses apprentissages est réaffirmée. La réforme laisse aux collègues des marges de manœuvre pour mettre en place ces enseignements. Les établissements peuvent aménager des moyens en fonction du contexte local et des spécificités des élèves. Ceux-ci deviennent donc plus autonomes.

Dans le temps hebdomadaire (26h), l'élève connaîtra des modalités d'enseignement différentes :

- des enseignements disciplinaires ;
- en cycle 3 et en cycle 4, un accompagnement personnalisé (AP) à partir de la 6^e ;
- en cycle 4, des enseignements pratiques interdisciplinaires (EPI).



Fig. 1. – Les nouveaux cycles d'enseignement, de l'école au collège.

Fig. 1. – New teaching programs, from primary to secondary scholarship.

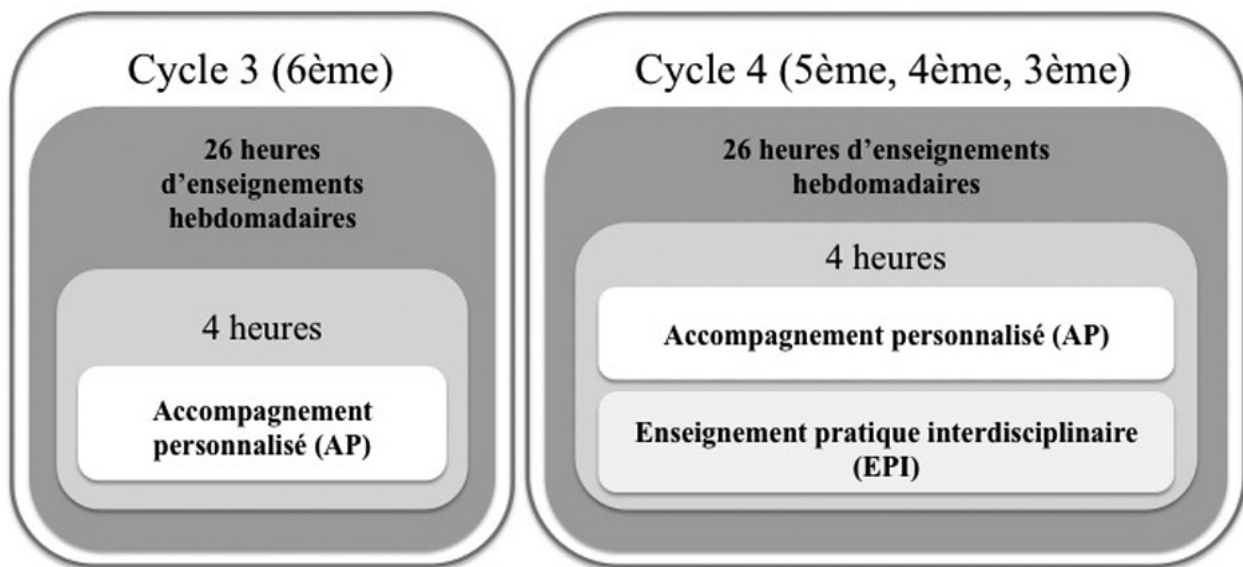


Fig. 2. - Les modalités d'enseignement aux cycles 3 et 4.

Fig. 2. – Teaching modes within cycles 3 and 4.

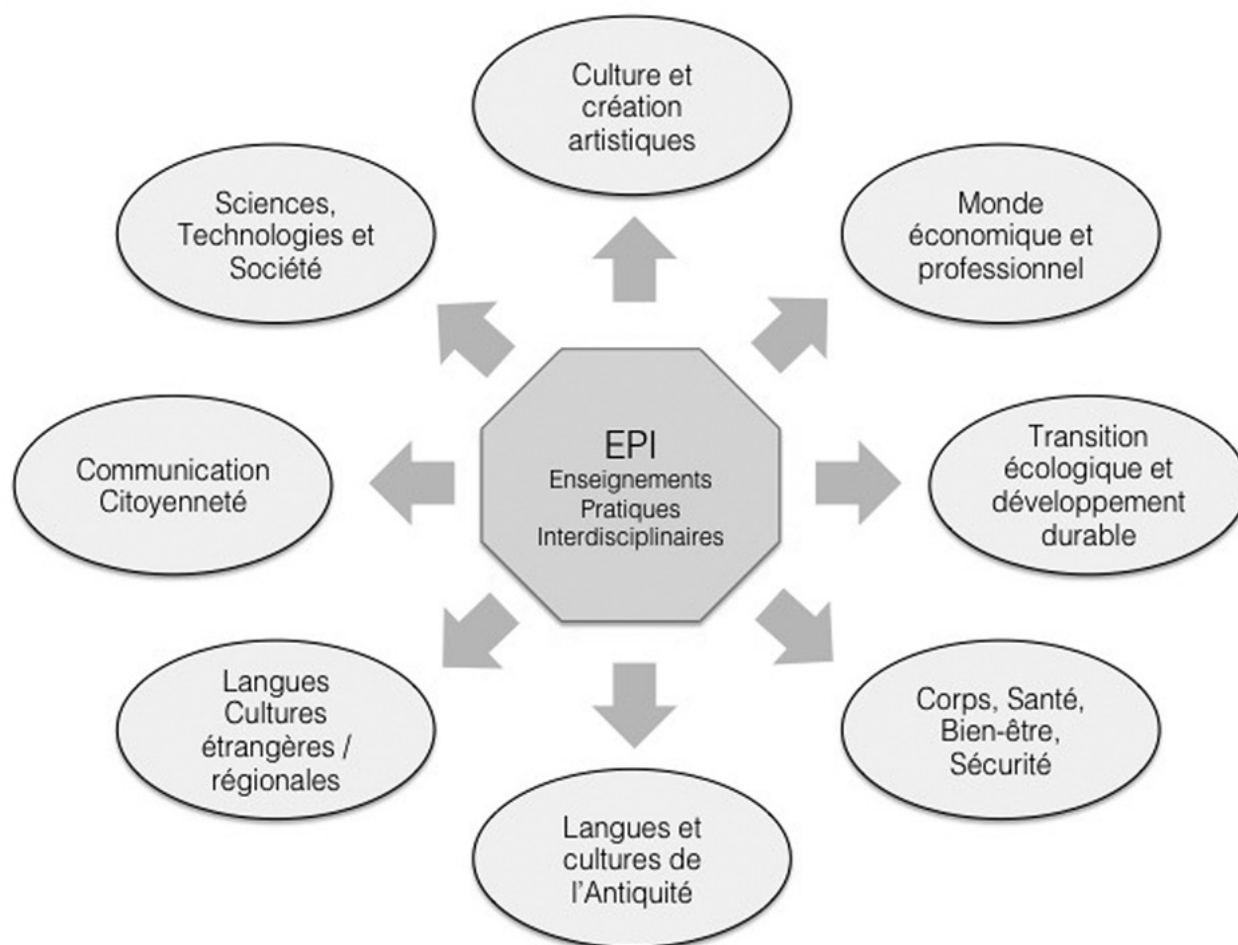


Fig. 3. - Les thématiques des EPI.

Fig. 3. – Multidisciplinary Teaching Practices (MTP) thematics.

Ainsi les EPI correspondent au travail de plusieurs disciplines autour d'une démarche de projet ancrée dans la réalité. Ils permettent aux professeurs de réaliser une partie du programme différemment. Ils contribuent à donner du sens aux enseignements disciplinaires. Au cours du cycle 4, chaque élève aura participé à des EPI portant sur six des huit thématiques possibles (Fig. 3).

L'Accompagnement personnalisé permet de faire progresser chaque élève à son rythme. Après avoir identifié les besoins, les enseignants différencient leur pratique pédagogique afin d'apporter une réponse la plus adaptée au progrès des élèves. L'ensemble des enseignements doit contribuer à la mise en œuvre de parcours (parcours citoyen, parcours d'éducation artistique et culturelle – PEAC -, parcours avenir). Pour un élève donné, ce parcours se construit au fur et à mesure de la scolarité, au gré des enseignements et des rencontres scolaires ou extrascolaires, favorisant la mise en œuvre de partenariats. La mise en place de ces nouveaux programmes demande, pour chaque cycle, une harmonisation des pratiques pédagogiques et une programmation, ce qui rend nécessaire un travail de concertation des équipes conséquent. Il se fait au sein de la même discipline, entre différentes disciplines du collège mais aussi entre les équipes de l'école primaire et du collège (pour construire les enseignements du cycle 3).

2) Les sciences de la Terre dans la réforme de l'école et du collège

Dans l'esprit de progressivité et d'ouverture au monde qui nous entoure, les sciences de la Terre font l'objet d'une approche par paliers d'un cycle à l'autre. Les élèves pourront, au travers des EPI, approfondir leur découverte des problématiques qui sont à la base de questions sociétales, comme l'épuisement des ressources naturelles, la relation de l'Homme à l'eau, l'évolution climatique. Ainsi ils pourront aborder la caractérisation des impacts des activités humaines sur les milieux naturels interférant avec une évolution continue de la planète dans le système solaire. Les notions abordées sont détaillées dans le Tableau 1.

II. – LA PLACE DE LA GÉOLOGIE AU LYCÉE

Depuis la rentrée 2010, le lycée vise trois objectifs majeurs : une orientation plus personnelle, progressive et continue, un accompagnement personnalisé tout au long de la scolarité ainsi qu'une ouverture plus grande du lycée sur son époque en favorisant l'accès à la culture pour tous invitant notamment à généraliser les partenariats. Au-delà des enseignements

CYCLE 2	
La réforme en sciences à l'école	La Géologie dans ces nouveaux programmes
<p>L'enseignement des sciences se fait de façon progressive au cours des cycles.</p> <p>L'élève est amené à questionner le monde : il explore, observe et expérimente.</p>	<p>La démarche d'investigation permet d'accéder à :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la connaissance de quelques caractéristiques du monde vivant • l'observation et à la description de quelques phénomènes naturels <p>Les élèves apprennent à :</p> <ul style="list-style-type: none"> • questionner le temps et l'espace • se situer (carte, globe) • appréhender le temps (temps court, long, cyclique...) • identifier des paysages.
CYCLE 3	
La réforme en sciences à l'école et au collège	La Géologie dans ces nouveaux programmes
<p>Objectifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • spécialisation progressive pour éviter aux élèves une rupture brutale école / collège ; • acquisition par les élèves d'une première culture scientifique et technique indispensable à la description et la compréhension du monde et des grands défis de l'humanité. <p>Les élèves apprennent à adopter une approche rationnelle du monde en proposant des explications et des solutions à des problèmes d'ordre scientifique et technique.</p> <p>La construction de savoirs et de compétences, par la mise en œuvre de démarches scientifiques et technologiques variées et la découverte de l'histoire des sciences et des technologies, introduit la distinction entre ce qui relève de la science et de la technologie et ce qui relève d'une opinion ou d'une croyance.</p> <p>Quatre thèmes principaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Matière, mouvement, énergie, information • Le vivant, sa diversité et les fonctions qui le caractérisent • Matériaux et objets techniques • La planète Terre. Les êtres vivants dans leur environnement. 	<p>Le thème « la planète Terre, l'environnement et l'action humaine » demande de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • situer la Terre dans le système solaire • caractériser les conditions de la vie terrestre <p>Il convient de savoir identifier les composantes biologiques et géologiques (y compris hydrologiques) d'un paysage, et de repérer des opportunités pour l'être humain, liées à la géologie, tant au niveau local qu'au niveau global.</p> <p>Un risque naturel (inondation, glissement de terrain, tremblement de Terre) est étudié par une investigation sur le terrain, localement en lien avec l'éducation au développement durable.</p> <p>L'exploitation raisonnée et l'utilisation des ressources (eau, hydrocarbures, charbon, minerais, sols, roches à des fins de construction) sont abordées. Ce qui permet de travailler à différentes échelles de temps et d'espace en s'appuyant sur des recherches documentaires ou des enquêtes de terrain.</p>

Tableau 1. – Les sciences de la Terre dans la réforme de l'école au collège.

Table 1. – Earth sciences within scholarship reform.

CYCLE 4	
La réforme en S.V.T. au collège	La Géologie dans ces nouveaux programmes
<p>L'appropriation croissante de la complexité du monde (naturel et humain) passe par des activités disciplinaires et interdisciplinaires dans lesquelles l'élève fait l'expérience de regards différents sur des objets communs.</p> <p>Il s'agit pour eux de comprendre ce monde afin de pouvoir décider et agir de façon responsable et critique à l'échelle des situations du quotidien et plus tard à une échelle plus large, en tant que citoyens.</p> <p>Il s'agit donc ici de permettre aux jeunes de se distancier d'une vision anthropocentrée du monde et de distinguer faits scientifiques et croyances, pour entrer dans une relation scientifique avec les phénomènes naturels ou techniques, et le monde vivant.</p> <p>Objectifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la planète Terre, l'environnement et l'action humaine ; • le vivant et son évolution ; • le corps humain et la santé. <p>Le programme de SVT, dans le prolongement du cycle 3, fait ainsi écho aux programmes de physique-chimie et de technologie du cycle 4, et s'articule avec d'autres disciplines pour donner une vision scientifique de la réalité.</p>	<p>Le thème « planète Terre, environnement et action humaine » est développé.</p> <p>Il permet :</p> <ul style="list-style-type: none"> • d'explorer et d'expliquer les phénomènes géologiques liés au fonctionnement de la Terre (érosion, sédimentation) ; • de mettre en relation les mouvements des plaques lithosphériques, les séismes et éruptions volcaniques ; • de distinguer les phénomènes naturels des impacts des activités humaines, et donc de préciser les notions d'aléas, de vulnérabilité et de risques ; • de distinguer météorologie et climat (changements climatiques passés et actuels) ; • de prendre conscience de façon rationnelle des impacts des activités humaines sur la planète ; • d'étudier les comportements responsables face à l'environnement et à la préservation des ressources de la planète ; • d'expliquer la spécificité de la Terre dans le système solaire et la notion d'ères géologiques. <p>Les supports locaux ou régionaux sont à privilégier dans ces études.</p>

communs, la classe de Seconde se caractérise par le choix de deux enseignements d'exploration, parmi lesquels « méthodes et pratiques scientifiques ». En Première, les élèves s'engagent au-delà des enseignements communs et spécifiques dans des travaux pluridisciplinaires se rapportant à des thèmes définis au niveau national : *les travaux personnels encadrés* (TPE), et la classe de Terminale en série S est davantage marquée par la préparation à l'enseignement supérieur, notamment par le choix d'un enseignement de spécialité dans les enseignements obligatoires, au nombre desquels « Sciences de la vie et de la Terre ». Parmi les trois thématiques retenues, les programmes de SVT au lycée de la Seconde à la Terminale adoptent une perspective culturelle notamment dans la thématique « *La Terre dans l'univers, la vie et l'évolution du vivant* », aidant ainsi à la construction d'une culture scientifique commune. Une autre direction de réflexion, « enjeux planétaires contemporains », participe à la préparation de chacun à l'exercice de ses responsabilités individuelles et collectives par l'appréhension des grands problèmes auxquels l'humanité se trouve confrontée aujourd'hui. Une troisième thématique est centrée sur l'organisme humain. Les trois thématiques ont aussi vocation à préparer aux métiers.

1) Quelle place pour la géologie dans ce programme de Seconde ?

Les SVT trouvent leur place parmi les enseignements communs à raison d'1h30 par semaine. Dans le premier thème du programme, les élèves découvrent que le développement de

la vie sur Terre est lié à des particularités de la planète, mais aussi que les êtres vivants, d'une grande diversité, possèdent une organisation et un fonctionnement propres, ce qui distingue la vie de la matière inerte. Le second thème (enjeux planétaires contemporains) invite les élèves à se pencher sur la gestion du patrimoine naturel, au regard de l'exploitation des ressources, exploitation indispensable à la couverture des besoins de l'Homme en matière et en énergie. L'appui sur des sorties sur le terrain, des visites de musée ou d'exploitations de matériaux, l'analyse de cartes géologiques avec bassin houiller, des modélisations permettront aux élèves de comprendre les caractéristiques d'un gisement de combustible fossile (pétrole ou charbon en fonction de leur intérêt ou de leur proximité). L'étude du sol, à partir d'une étude locale, sera l'occasion de comprendre sa formation en mettant en relation les différents éléments qui concourent à cette formation (nature de la roche mère, altération, climat, végétation).

2) Les programmes en Première S et Terminale S

a) En Première S

En portant l'attention principalement sur les domaines océaniques, les élèves prolongent, précisent et argumentent le modèle de la tectonique des plaques étudié en collège selon une approche historique. Plus largement, il s'agit de comprendre la notion de modèle scientifique et son mode d'élaboration. Par ailleurs, on aborde la manière dont la connaissance de la tectonique des plaques constitue un cadre de réflexion utile

en géologie appliquée, soit en prenant l'exemple global de la recherche d'hydrocarbures, soit en prenant appui sur une ressource géologique locale.

b) En Terminale

Il s'agit en premier lieu d'adopter une perspective culturelle en montrant que la science construit une explication cohérente du monde, de son état, de son fonctionnement et de son histoire à partir de méthodes d'argumentation rigoureuses fondées sur son observation : quelques aspects de mécanismes de l'évolution sont étudiés qui autorisent un regard sur l'évolution de l'Homme. L'attention se porte aussi sur le domaine continental afin de compléter la compréhension de la dynamique de la lithosphère. Une autre perspective, celle de l'orientation et des métiers, dépasse la préoccupation citoyenne qui prépare chacun à l'exercice de ses responsabilités individuelles et collectives en se fondant sur les enjeux planétaires contemporains : la question des propriétés thermiques de la Terre est abordée.

III. — CONCLUSION

Les évaluations internationales ont permis de pointer les évolutions nécessaires à apporter au système éducatif français en terme notamment d'équité scolaire. C'est ce qu'ambitionne la loi de refondation de l'école : modifier les contenus d'enseignements pour les mettre davantage en adéquation avec la société et faire évoluer les pratiques des enseignants vers une prise en compte de l'élève en tant qu'individu. Davantage de travail interdisciplinaire, des programmes ancrés dans le réel, porteur de sens, laissant le temps aux élèves de progresser chacun à leur rythme. Les programmes de l'école et du collège ne sont plus définis à l'année mais dans des cycles à l'intérieur desquels sont jugés les progrès. Les enseignants, dont l'autonomie en termes de choix pédagogiques sont réaffirmés,

ne sont plus isolés mais doivent travailler en équipes pour suivre ces progrès et pondérer un accompagnement personnalisé éventuel. Ayant exposé les principes de cette réforme, cet article s'intéresse particulièrement à l'enseignement en géologie. Les textes officiels incitent à mieux ancrer la formation dans le contexte régional, à exploiter des exemples locaux. Pour soutenir cet objectif, la Société Géologique du Nord a mis en place un groupe de travail associant des représentants des corps d'inspection et des professeurs actifs ou récemment retraités. Le partenariat de la SGN avec l'Association des Professeurs en Biologie et Géologie (APBG) ne peut qu'être réactivé. Au-delà de cet article, le projet est de référencer les affleurements, même banals, qui se trouvent dans les divers territoires à proximité des établissements scolaires. La SGN va s'organiser pour accompagner ce référencement et le porter-à-connaissance qui en découlera. L'objectif fondamental n'est pas de collecter pour alimenter des collections d'objets géologiques peu abondants. Il est plutôt d'aider le futur citoyen qu'est l'élève à savoir « lire » un ruissellement et l'érosion ou le dépôt qu'il engendre, le risque de glissement ou d'éboulement d'une pente rendue instable, de « lire » la structure géologique au travers d'un paysage, de comprendre les critères qui déterminent le choix du tracé d'une voie de communication et les modifications que celle-ci entraîne dans le ruissellement, d'apprécier l'importance et la vulnérabilité des sols que depuis un siècle l'agriculture ne s'est plus contenté d'exploiter mais qu'elle a modifiés, etc. Dans le domaine sédimentaire, le territoire dans lequel la Société Géologique du Nord a pris racine dispose d'à peu près tous les exemples possibles pour rendre un citoyen conscient de la dynamique naturelle du milieu dans lequel il niche.

Remerciements. – Les auteurs tiennent à remercier la Société Géologique du Nord qui offre l'opportunité d'expliquer en quoi consiste une réforme de cette ampleur dans un champ de connaissance. Ils remercient également Alain Blicck pour la précision de sa relecture.

RÉFÉRENCES CITÉES

Programme for International Student Assessment (PISA) / en français : <https://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/pisa-en-francais.htm>

Extrait de l'annexe du texte de LOI n° 2013-595 du 8 juillet 2013 d'orientation et de programmation pour la refondation de l'école de la République : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000027677984&categorieLien=id>

BO spéciaux : n° 4 du 29 avril 2010 pour les Secondes ; n° 9 du 30 septembre 2010 pour les Premières et n° 8 du 13 octobre 2011 pour les Terminales.

LE CAMBRÉSIS MASQUE-T-IL UN LIEN OU UNE DISCONTINUITÉ STRUCTURALE ENTRE L'ARTOIS ET L'ARDENNE ?

Does the Cambrésis obscure a link or a structural discontinuity between Artois and Ardenne ?

par Francis MEILLIEZ (*)

Résumé. – Le seuil du Cambrésis est modeste en relief, mais sa localisation à la jonction de l'Artois et de l'Ardenne pose la question de la continuité structurale entre ces deux ensembles. Une mince couverture sédimentaire s'y est déposée du Crétacé supérieur sans aller jusque la fin de l'Eocène apparemment. Elle a enregistré quelques déformations mal identifiées jusqu'à présent. La question de leur lien avec la structure paléozoïque sous-jacente est posée.

Abstract. – *Cambrésis is a low-relief country. Its location at the junction between Artois and Ardenne is a question : is there any structural continuity between these ? A thin sedimentary cover has deposited from upper Cretaceous and apparently stopped before the end of Eocene. It has recorded smooth deformations that are not well-known till now. The link between them and those within the underlying basement is questioned.*

Mots-clés. – Cambrésis, Ardenne, Escaut, Artois, tectonique.
Key words. – *Cambrésis, Ardenne, Scheldt river, Artois, tectonics.*

I. — INTRODUCTION

La recherche nécessite parfois de mettre en perspective des éléments d'observation et/ou de raisonnement accumulés au fil du temps, mais dont les interactions n'ont jamais été l'objet d'une analyse critique. Les *Annales* de la SGN, destinées à un public de professionnels et d'amateurs de la géologie, constituent un lieu utile pour le faire et reformuler les questions en attente. C'est le cas ici pour le Cambrésis, un territoire dont l'emprise, en surface, est floue. Une lecture très détaillée de quatre cartes géologiques le couvrant à 1:50 000 (Le Cateau (Delattre & Mériaux, 1967), Cambrai (Celet & Charvet, 1968), Bohain-en-Vermandois (Celet & Monciardini, 1972), Péronne (Celet, 1978)) et une analyse critique des indications qu'elles portent conduit à proposer l'identification de nouvelles structures faillées dans la couverture méso-cénozoïque d'une part, et à questionner le lien structural entre l'Ardenne et l'Artois d'autre part. L'apparente continuité de la couverture méso-cénozoïque du nord au sud, d'est en ouest, de part et d'autre du Cambrésis ne démontre pas, *de facto*, la continuité structurale au niveau du socle paléozoïque. Sommé (1977) a proposé de différencier le relief des *Plaines du Nord de la France et leur bordure* entre un Haut-Pays et un Bas-Pays par la cote +80. De son côté, le système d'information géographique régional (SIGALE) a retenu la cote +50. Le second choix adoucit le contraste entre les deux ensembles, mais ne change pas les traits fondamentaux. Le site de la ville de Cambrai est bien au fond d'un angle obtus entre l'alignement des Collines d'Artois et du Boulonnais à l'ouest et la pointe occidentale du Massif Ardenno-Rhénan à l'est (Fig. 1A). Mais cela ne démontre pas qu'il y ait unité structurale,

c'est-à-dire un comportement géomécanique homogène de l'Ardenne et de l'Artois au cours des temps géologiques.

Avertissement sémantique : cet article analyse des cartes géologiques publiques. Les nomenclatures stratigraphiques en usage sur ces cartes ne sont ni homogènes, ni à jour par rapport à l'évolution de la recherche. Nonobstant, dans cet article, j'utiliserai la terminologie indiquée sur les cartes en adjoignant, lorsque nécessaire, la désignation actuelle. Pour tout complément d'information, voir <http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-chart-timescale>.

II. — LES ELEMENTS DU CONSTAT

1) Un passage stratégique depuis des millénaires

Tous les Français ont appris dès l'école primaire que le site du Cambrésis est un seuil reliant les Collines d'Artois au « massif ancien » de l'Ardenne, participant ainsi à la seule ligne de relief qui domine les plaines du nord (Fig. 1A). En tant que seuil, c'est un point bas relatif par où sont passées toutes les invasions historiques et préhistoriques, dans les deux sens, et par où passent encore de nos jours toutes les grandes voies de communication internationales (Fig. 1B) : route, rail, voie d'eau. De ce seuil rayonnent quatre cours d'eau majeurs à l'échelle régionale, l'Escaut, la Sambre, l'Oise et la Somme conférant au Cambrésis un rôle morphostructural à préciser.

(*) Université de Lille – Sciences et Technologies, UMR 8187 CNRS/LOG - UFR Sciences de la Terre (SN5), F-59655 Villeneuve d'Ascq cedex ; e-mail : francis.meilliez@univ-lille.fr

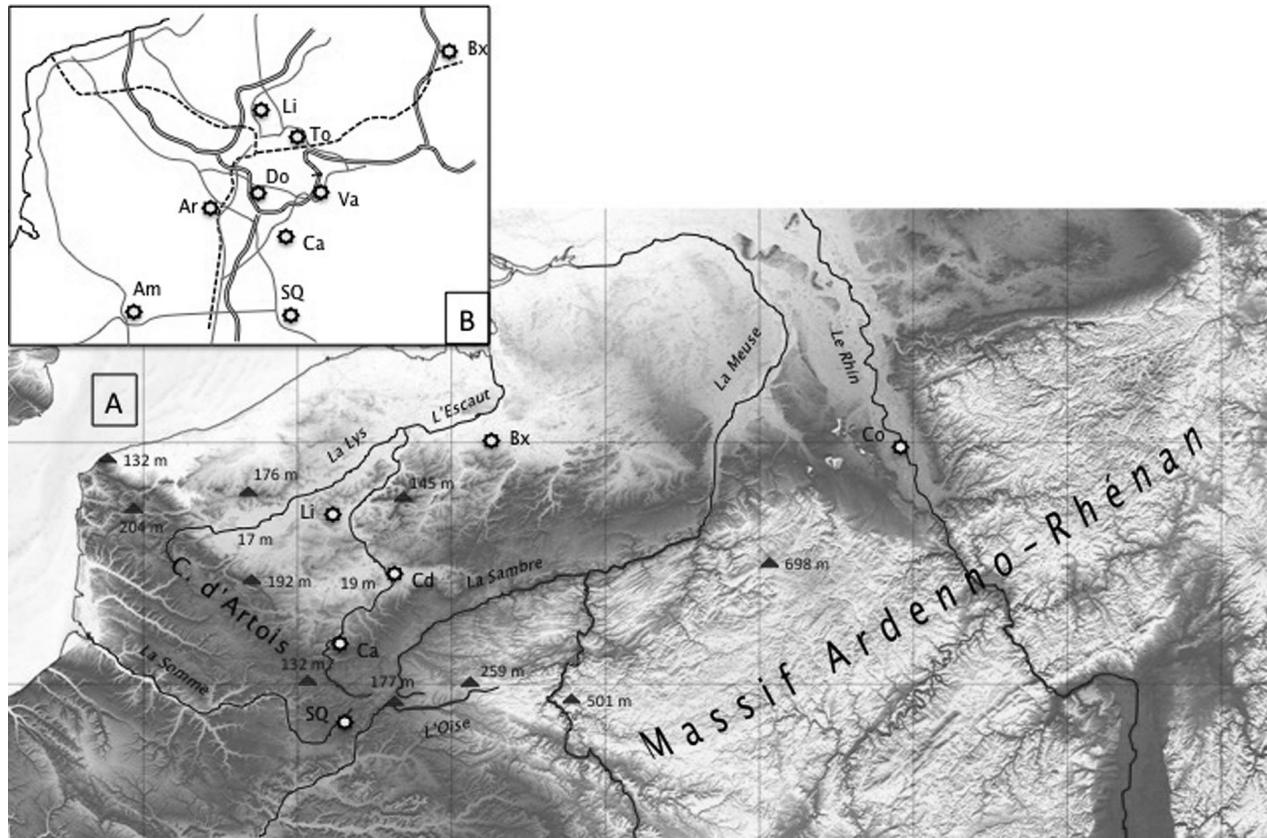


Fig. 1. — Localisation et enjeux du Cambrésis. A - Le bassin-versant de l'Escaut est délimité au sud-est par le Massif Ardenno-Rhénan, que traversent le Rhin et la Meuse, et au sud-ouest par les collines d'Artois, parallèles aux fleuves côtiers, dont la Somme. (Fond de carte du CAUE-59). B - Cette disposition conditionne tous les habitats et les déplacements de toute la biodiversité, dont ceux des humains. Les voies d'eau naturelles ont été reliées par des canaux (trait double) ; l'autoroute (trait simple) et le rail (tireté) empruntent le seuil du Cambrésis. Toutes les villes indiquées ont historiquement participé au développement des voies de communication : Am = Amiens, Ar = Arras, Bx = Bruxelles, Ca = Cambrai, Cd = Condé/l'Escaut, Co = Cologne, Do = Douai, Li = Lille, SQ = Saint-Quentin, To = Tournai, Va = Valenciennes.

Fig. 1. — Cambrésis location and stakes. A - The Scheldt drainage basin is outlined with the Ardenne-Rhenish Massif southeastwards, and the Artois Hills southwestwards that are parallel to coastal rivers, among which is the Somme river. (Map background is from CAUE-59). B - This location determines all movings and housing for any living conditions, human people is one of them. Natural waterways are linked by canals (double line) ; highways (simple line) and railways (dashed line) run through Cambrésis. All quoted cities have historically participated to communication tracks. Abbreviations for cities are the same as here above in the French version.

A l'échelle de l'espèce humaine, déjà au Paléolithique, ce seuil a toujours placé le Cambrésis en position stratégique. Les voies romaines, sans doute surimposées à des voies plus anciennes mais mieux construites, sont encore identifiables dans le maillage actuel des voies de communication routière (Leman, 2010). Reliant Amiens à Cologne, la voie qui passe par Cambrai depuis le temps d'Auguste (-23 – 14 ap. J.C.) est jalonnée de fortins. Elle évite au maximum les zones humides et traverse les cours d'eau à gué, autant que possible. Pour pénétrer les abondantes zones humides, le plus facile était de remonter les cours d'eau, ce qu'ont fait les peuples nordiques attirés par le sud. Mais, pendant plusieurs siècles, il y a nécessairement eu une rupture de charge pour passer les plateaux crayeux et limoneux puis descendre vers Paris par l'Oise. A moins de creuser un canal. Entrepris en 1766 mais ouvert en 1810, le canal de Saint-Quentin relie l'Escaut à la Somme (Fig. 2), prolongé jusqu'à l'Oise par le canal Crozat, entre l'Oise et la Somme, lui-même entrepris en 1728 et terminé en 1776 (<http://m.baladesfluviales.fr>). Cette voie étant devenue trop étroite pour répondre aux besoins, le canal du Nord, plus large, plus profond et comportant moins d'écluses, a ensuite été construit non loin de là, entre 1913

et 1965. Bientôt, le canal Seine – Nord empruntera partiellement le tracé du précédent, les technologies modernes permettant la réalisation d'ouvrages d'art spectaculaires et la réduction drastique du nombre des écluses, tout en agrandissant encore la section utile.

2) Un territoire aux contours flous

Le Cambrésis n'est pas une entité géographique. Dans ses « *cours de géographie physique du Nord de la France et de la Belgique* », Gosselet (1898), natif de Cambrai, reconnaissait qu'il est difficile de vouloir circonscrire le Cambrésis dans le paysage. Il a retenu comme limites le cours de la Sensée au nord et celui de la Selle à l'est (Fig. 2) ; au sud « on peut prendre une ligne allant de la source de la Selle à celle de l'Escaut [...] ». La limite occidentale est tout aussi incertaine » écrit-il en proposant un alignement de deux ravins (Moenvres, Trescault) et d'une ligne de hauteurs passant Epehy. Cette crête relative est franchie en tunnel entre Vendhuile et Riqueval par le canal de St-Quentin, à Yttres par le canal du Nord. Le canal Seine-Nord se substituera au second. Celet (1969) a inscrit ses nombreux

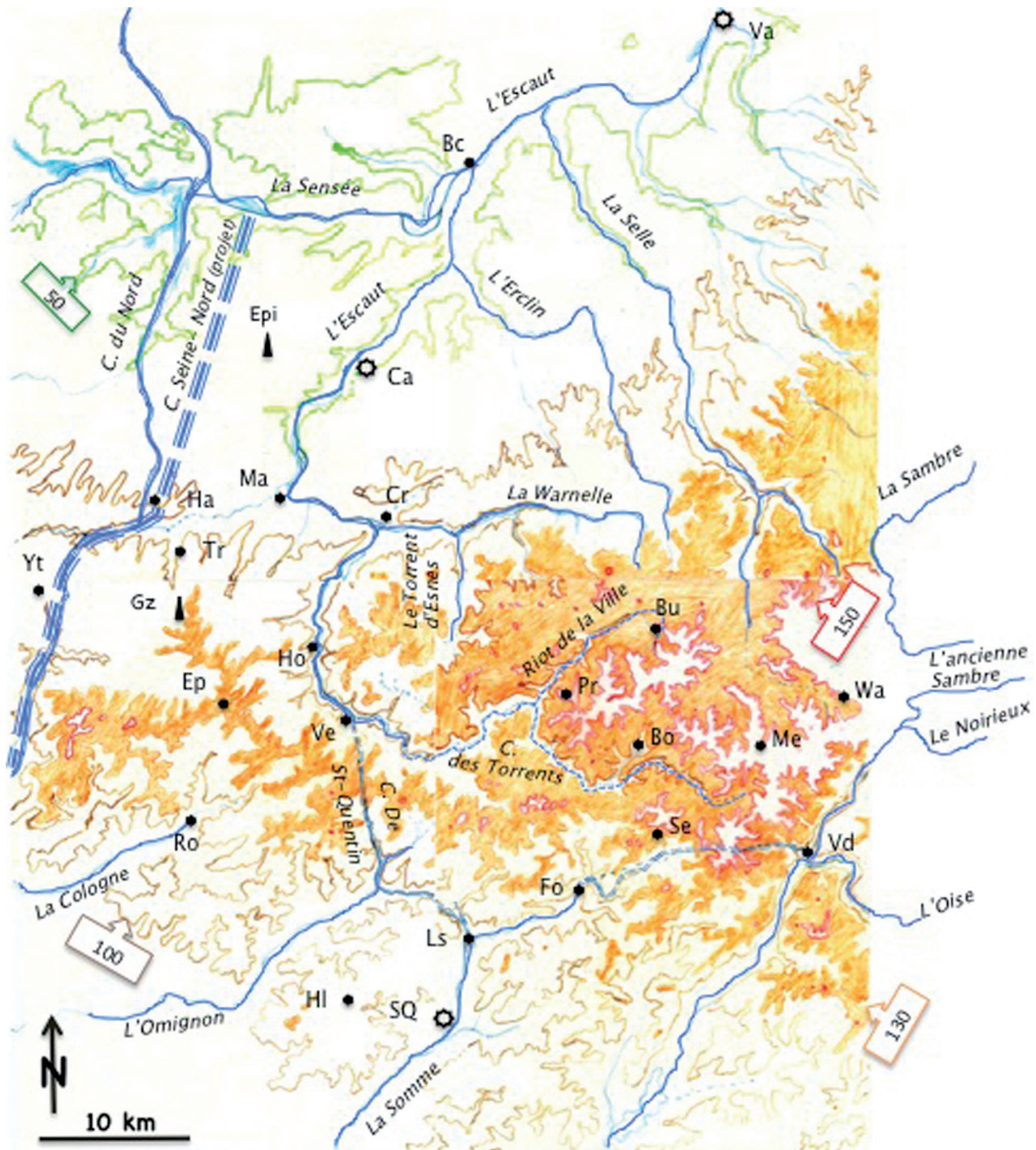


Fig. 2. — Carte topographique simplifiée (cotes 50, 100, 130 et 150), redessinée à partir des cartes IGN à 1 : 100 000; Bc = Bouchain, Bo = Bohain, Bu = Busigny, Ca = Cambrai, Cr = Crévecoeur, Ep = Epehy, Epi = Epinoy, Fo = Fonsomme, Gz = Gouzeaucourt, Ha = Havrincourt, HI = Holnon, Ho = Honnecourt, Ls = Lesdin, Ma = Marcoing, Me = Mennevret, Pr = Prémont, Ro = Roisel, Se = Seboncourt, Tr = Trescault, Va = Valenciennes, Vd = Vandencourt, Ve = Vendhuile, Wa = Wassigny, Yt = Yttres.

Fig. 2. — Simplified topographic map (elevations 50, 100, 130, 150) redrawn from National Geographic Institute maps on the scale 1 : 100 000. Abbreviations for cities are the same as here above in the French version.

travaux cartographiques locaux dans cette définition. Gamblin (1959) a choisi l'opposition entre le paysage de champs ouverts (*openfield* des géographes) du Cambrésis et le paysage bocager de la Thiérache. En première approximation, les paysages du Cambrésis, à haute valeur agronomique, sont de vastes espaces

ouverts et secs, formés de craie recouverte d'une couche de limons plutôt épaisse, pouvant localement atteindre 20 m. Les paysages de la Thiérache sont dominés par des prairies plus ou moins humides, limitées par des haies et des restes de forêts, développées sur des placages résiduels de sables et argiles dits

landéniens, du nom dont sont désignés les dépôts marins et continentaux datés du Paléocène – Eocène (Sommé, 1977).

3) Une couverture méso-cénozoïque très différenciée

Le profil géophysique ECORS-Nord de la France (Raoul, 1987, Cazes & Torrelles, 1988) a relié le sud du bassin houiller, depuis le nord de Cambrai, à la région de Dreux vers le sud-ouest (Fig. 3), pour examiner la structure interne de la croûte terrestre, soit plus de 50 km d'épaisseur. Ce tracé a été choisi pour s'appuyer sur une dizaine de sondages profonds pré-existants, dont deux à proximité de Cambrai : les sondages de Gouzeaucourt (3711 m) et d'Epinoy (3952 m). De l'extrémité nord jusqu'à la Somme, ce profil montre une couverture méso-cénozoïque mince, très incomplète et s'épaississant progressivement vers le sud-ouest sans atteindre les 1000 m. A l'échelle du profil géophysique, le réflecteur interprété comme toit du socle paléozoïque ne marque aucune forme de seuil, alors que, plus au sud, plusieurs failles très redressées sont nettement caractérisées. La platitude de ce réflecteur sous le Cambrésis suggère que si un système faillé devait avoir provoqué un décalage, celui-ci serait inférieur au pouvoir de résolution du profil, soit quelques dizaines de mètres au plus. Une mince nappe de Jurassique moyen à supérieur ne dépasse pas l'Authie à l'ouest (Fig. 2 ; Celet, 1969) mais a été traversée dans le sondage de Gouzeaucourt (Celet & Charvet, 1968). Puis une autre mince nappe s'étend progressivement de l'Albien au Turonien, en discordance sur le Jurassique puis directement sur le socle paléozoïque, recouvrant l'un après l'autre des blocs séparés par des failles (Colbeaux *et al.*, 1977). Puis les dépôts crayeux s'accumulent durant toute la période que désignait autrefois le terme « Sénonien » : Coniacien, Santonien et Campanien ont été identifiés et notés en tant que tels sur certaines cartes géologiques. Seul le Maastrichtien n'est pas connu sur cette partie du territoire français (Robaszynski, 1987). L'épaisseur maximale du Crétacé supérieur n'atteint pas les 300 m en Picardie et à peine 190 m sur le bassin houiller.

En 1991, à l'occasion d'une étude commandée par l'Agence de l'Eau Artois-Picardie dont le résultat ne pouvait être publié à l'époque, j'ai eu l'occasion d'analyser plus d'un millier de dossiers originaux de forages et ouvrages souterrains, déposés au BRGM (banque de données du sous-sol), concernant les feuilles de Béthune, Carvin et leur périphérie. La méthode développée avait été le tracé d'isobathes (toit du Paléozoïque, toit du Crétacé inférieur, toit du Turonien moyen, toit du « Sénonien » (Coniacien-Santonien)) et des isopaques des tranches de terrains délimitées par ces surfaces. En substance ce travail mettait en évidence que la transgression du Crétacé supérieur s'est faite dans un contexte distensif : deux familles de failles synsédimentaires (N110 à N130 pour la famille dominante, N035 à N050 pour la subsidiaire), délimitaient des blocs différenciés par leur composition (faciès et puissances). Les contrastes les plus marqués de cette distension étaient observables au niveau des terrains attribués au Turonien ; la plupart des couloirs faillés (largeur de quelques dizaines à quelques centaines de mètres) s'atténuaient vers le haut, jusqu'à disparaître avant le toit du « Sénonien », pour la plupart. De sorte que la première transgression cénozoïque a dû se faire sur une surface mollement bosselée, débitée en blocs dont les arêtes étaient émoussées par l'érosion fini-crétacée. Ce travail a ensuite été repris avec une méthodologie numérique, étendu à l'ensemble de la région Nord – Pas-de-Calais, et couplé avec une analyse actualisée des profils sismiques disponibles (Minguely, 2007). Le retraitement des profils sismiques a, entre autres, illustré la liaison de certaines failles internes au socle

paléozoïque avec celles de la couverture crétacée, confirmant une intuition de Gosselet (1908), reprise ultérieurement par Bouroz (1956).

A l'est de l'Oise et au sud de l'Ardenne, l'accumulation sédimentaire méso-cénozoïque, attestée par les isopaques reportées sur la carte géologique à 1:1 000 000 (Fig.3) témoigne d'une subsidence marquée dès le début du Jurassique. En l'absence de faille caractérisée à l'échelle de la carte, il est préférable de parler de flexure sud-ardennaise. Ce qui n'empêche pas d'identifier de nombreuses petites failles synsédimentaires à l'échelle de l'affleurement le long de la bordure sud-ardennaise (Meilliez, 1989).



Fig. 3. — Extrait de la carte géologique de la France à 1 : 1 000 000 (source : <http://infoterre.brgm.fr/>). Quatre quadrants géologiquement bien différenciés sont séparés par les Collines d'Artois, la vallée du haut Escaut, la flexure sud-ardennaise, une ligne parallèle à la vallée de l'Oise mais positionnée une dizaine de kilomètres à l'ouest. La tâche claire couvre le Cambrésis tel que délimité par Gosselet (1898). Bo = Bohain. Ca = Cambrai, SQ = Saint-Quentin.

Fig. 3. — Extracted from the France geological map on the scale 1 : 1 000 000 (source : <http://infoterre.brgm.fr/>). Four quadrants are differentiated according to geology. They are separated by the Collines d'Artois, the uphill Scheld valley, the south-Ardenne flexure and a line parallel to the Oise valley, a few kilometers farther west. Cambresis, as outlined by Gosselet (1898) is located with a pale patch.

Le passage du Mésozoïque au Cénozoïque est marqué d'un événement géotectonique, effet distant des interactions entre l'ouverture de l'Atlantique nord d'une part, et l'affrontement des plaques africaine et eurasiatique responsables des orogènes alpine et pyrénéenne d'autre part. Ses conséquences régionales en Europe du nord-ouest ne sont pas encore bien identifiées autrement que par une émergence généralisée et une inversion tectonique (distension à compression), conduisant à la fermeture de bassins sédimentaires (exemple en Mer du Nord : Huyghe & Mugnier, 1995). Les variations eustatiques globales, à la même

époque, amplifient l'émersion par une baisse générale du niveau marin à la fin du Crétacé. Il s'ensuit que, dans le nord de la France, la transgression du Paléocène se fait sur une surface crayeuse plus ou moins fortement corrodée et érodée, conséquence de son exhumation temporaire. Même si le profil géophysique ECORS n'est pas assez précis pour révéler une déformation du socle, il y a eu une déformation régionale. D'un côté, les dépôts transgressifs sont discordants à l'échelle cartographique sur divers niveaux du Crétacé supérieur (Fig.4). De l'autre côté, les dépôts du cycle Thanétien diffèrent entre le nord et le sud d'un seuil qui commence peut-être à s'esquisser : la série observée à Holnon, près de Saint-Quentin (Fig.2), est clairement d'affinité « Bassin de Paris », tandis que, une quinzaine de kilomètres plus au nord la série landénienne (âge Thanétien) est celle qui, dès le Cambrésis (Leriche, 1923), caractérise en se déclinant localement, l'ensemble du Bas-Pays (Sommé, 1977). En même temps, au sud des futures Collines d'Artois et à l'ouest de l'Oise le « môle Bray-Artois » module la sédimentation des dépôts thanétiens à yprésiens (Dupuis, 1979 ; Dupuis *et al.*, 1984). Les dépôts d'âge Yprésien encore observables au nord (Monts de Flandres, Mons-en-Pévèle) ne se retrouvent dans le Cambrésis que sous forme de grès à nummulites, remaniés dans le manteau des formations superficielles. Les cycles eustatiques de l'Eocène ont ennoyé la partie occidentale de l'Ardenne (Grimbérieux *et al.*, 1995), façonnant une morphologie probablement très mature, sur laquelle un réseau hydrographique a dû s'élaborer, mais dont il est très improbable aujourd'hui de déceler la géométrie (Demoulin, 1995a).

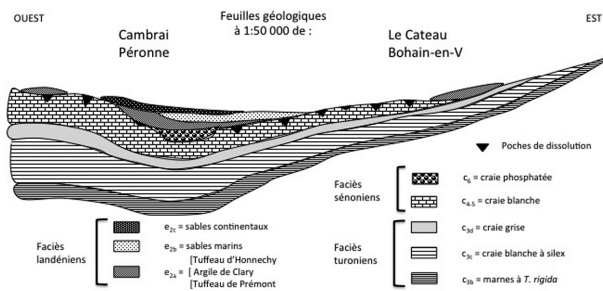


Fig. 4. — Schéma conceptuel de la superposition des dépôts sédimentaires d'âge crétacé à éocène. Les dépôts plus récents ne sont pas représentés. Les épaisseurs n'ont donc aucune signification.

Fig. 4. — Conceptual sketch of sedimentary deposits piling up from Cretaceous through Eocene. More recent deposits are not represented. Thicknesses are out of significance.

4) La longue période d'érosion, corrosion, et l'installation du réseau hydrographique

L'Oligocène amène un changement radical. A l'échelle continentale, le rift ouest-européen s'individualise à la faveur d'intumescences mantelliques à la base de la lithosphère, dont celle caractérisée sous le Massif Rhénan et l'Eifel (Fuchs *et al.*, 1983). Jointe à la montée eustatique générale de l'Oligocène, il s'ensuit une inondation marine venue du nord, sur le territoire qui supporte aujourd'hui le système alluvial du Rhin inférieur (Fig.1A). Le sud et le sud-ouest de l'Ardenne sont épargnés, toujours soumis à l'érosion atmosphérique. Cette période où le climat tropical érode et/ou altère profondément tous les terrains

affleurants : le paléozoïque ardennais (Voisin, 1981) comme les dépôts d'âge éocènes. Durant cette période, les sables et argiles cénozoïques couvrant le môle Artois-Bray, le Cambrésis et la bordure méridionale de l'Ardenne sont démantelés et ne laissent que des buttes résiduelles (Fig.3). La karstification des craies, connue de longue date (Leriche, 1909a et b) s'est poursuivie, comme en témoignent de nombreux affleurements montrant une invagination des premiers dépôts paléocènes dans les poches de dissolution (exemple, parmi beaucoup d'autres, de Richez et Bonte, 1953).

Le retrait de la mer dès la fin de l'Oligocène est imputable à la fois à une baisse eustatique générale et à un épisode de surrection du Massif Ardenno-Rhénan (Voisin, 1981 ; Meyer *et al.*, 1983 ; Demoulin, 1995b). Ce dernier auteur a évalué à 175 m la baisse eustatique post-Oligocène. Il a aussi estimé que l'Ardenne centrale et l'Eifel d'une part, le plateau de Rocroi d'autre part se trouvaient respectivement au début de l'Oligocène à une altitude de l'ordre de 0 à 50 m pour le premier, 25 à 50 m pour le second, et que le soulèvement post-Oligocène a été de 375 m pour le premier et de l'ordre de 150 à 175 m pour le second. Le réseau hydrographique qui se met en place après l'Oligocène est conséquent par rapport au rivage marin qui s'éloigne (discussions in Grimbérieux *et al.*, 1995). L'abaissement du niveau de base régional a provoqué l'incision de ce réseau hydrographique. Il a d'abord traversé les derniers sédiments déposés, puis a entamé le socle sous-jacent : c'est le processus de surimposition. Mais le soulèvement ardenno-rhénan a ajouté le processus d'antécédence (La Vallée Poussin, 1875) dès lors que le déséquilibre induit dans le profil longitudinal des cours d'eau a amplifié l'érosion. Dans le détail, chaque cours d'eau a évolué localement en s'adaptant aux éléments structuraux propres à chaque tronçon (Voisin, 1981). Toutefois tous les auteurs s'accordent à reconnaître l'inadaptation d'ensemble de la géométrie du réseau hydrographique régional par rapport aux terrains sur lesquels il coule actuellement. Sommé (1977) a fait la même remarque pour l'ensemble des plaines du nord de la France. Le résultat probable de ces évolutions locales est un troisième processus susceptible d'avoir contribué au réseau hydrographique actuel : c'est le processus de capture, invoqué par Briquet (1908) pour rendre compte des relations entre Sambre et Oise. Les auteurs ne se sont pas encore accordés sur les contributions relatives des trois processus, notamment parce que ces contributions peuvent varier localement dans le temps. Parmi les schémas proposés il en est un qui évoque une Meuse lorraine rejoignant le bassin de l'Oise, tandis qu'un autre suggère un déversement vers la Sambre via la Petite Helpe (voir discussions in Grimbérieux *et al.*, 1995). Dans l'un comme dans l'autre cas, le Cambrésis a joué un rôle de seuil prolongeant entre la Sambre et l'Oise actuelles la ligne de faite du dôme ardennais, ainsi que l'avait déjà souligné Cayeux (1890). Il y a donc cohérence entre l'individualisation de ce seuil, marquée par la courbure de la base des terrains cénozoïques, et la période d'érosion/corrosion subie par ces dépôts et leur substrat crétacé. La durée de cette période sans témoin identifié est de l'ordre de 30 millions d'années, soit un peu moins qu'entre l'émersion de la fin du Crétacé et le début de cette période.

Les dépôts dits superficiels des cartes géologiques rassemblent, sans toujours les différencier : des colluvions sur les pentes, des alluvions en fonds de vallées, et, dans cette partie de l'Europe du nord-ouest, des limons dans lesquels il faut encore distinguer les dépôts éoliens de dépôts issus du lessivage des terrains affleurant (Sommé, 1977). Les quatre cartes examinées ici sont très largement couvertes de « dépôts superficiels ». De nombreux travaux en ont décrits la composition localité

par localité, en essayant de dégager des informations à portée régionale sur l'évolution des paysages et, par conséquent sur la mobilité tectonique relative intraplaque (citons entre autres : Gosselet, 1898 ; Leriche, 1909a, 1923 ; Sommé, 1977). La période plio-pléistocène est marquée par plusieurs épisodes glaciaires, entrecoupés d'épisodes tempérés à chauds (parmi les auteurs les plus récents citons Sommé, 1977 ; Van Vliet-Lanoë, 2005). L'englacement est un processus qui immobilise de l'eau et provoque donc une baisse du niveau marin mondial et, par conséquent, du niveau de base des fleuves, ce qui induit une reprise d'érosion, et donc un incrément d'incision des vallées. Un épisode de réchauffement, au contraire, provoque une remontée du niveau marin, donc du niveau de base, ce qui induit un comblement des vallées en remontant vers l'amont. L'alternance glaciaire/interglaciaire s'exprime donc, en milieu continental par des terrasses alluviales qui se sont emboîtées tant que le niveau marin baissait. C'est ce qu'illustre le travail réalisé sur les terrasses de la Somme pour le Plio-Quaternaire (Antoine *et al.*, 2007). Dans ce contexte le Cambrésis semble n'avoir gardé aucun témoin de dépôt plus ancien que la partie supérieure du Pléistocène moyen, c'est-à-dire depuis moins de 400 000 ans (Sommé, 1977 ; Deschodt, 2015). Récemment (Antoine *et al.*, 2014), les fouilles préventives au passage du futur canal Seine – Nord sur le site archéologique d'Havrincourt (Fig.2) ont apporté de précieuses informations. Le substratum crayeux corrodé a été recouvert d'un limon loessique contenant un niveau archéologique. Dans les dépôts qui le recouvrent, le contenu et son évolution ont permis d'y reconnaître un sol attribué à l'Éémien (entre 140 000 et 125 000 ans). Puis, après un long hiatus, depuis 70 000 ans jusque la fin du Pléistocène se succèdent divers dépôts de limons, éoliens ou colluviaux, contemporains d'épisodes glaciaires intenses marqués par plusieurs générations de fentes de cryoturbation, mobilisant ici ou là toute la couverture jusqu'à la tête de la craie. L'Holocène est enregistré dans environ 0,25 m de dépôts limoneux. Si le réseau hydrographique actuel n'a pas déblayé entièrement toutes ces formations meubles (près de 8 m à Havrincourt, mais une épaisseur totale pouvant atteindre 20 m à la transition entre le Haut et le Bas-Pays selon Sommé (1977)), c'est que le soulèvement post-Oligocène auquel a été soumis le Cambrésis est resté modéré. Il n'en demeure pas moins que la disposition

radiale des écoulements autour du triangle Wassigny – Bohain – Busigny (Fig.2) atteste d'un comportement structurellement solide entre l'Ardenne et le Cambrésis.

5) Un territoire convexe et karstifié pour un enjeu régional : la ressource en eau

A la pointe occidentale de ce triangle, le site du village d'Epehy, point culminant du seuil du Cambrésis (132 m), marque le pivot avec les Collines d'Artois dont le réseau hydrographique est indépendant de celui du Cambrésis. Au sud-est le cours supérieur de l'Oise descend de l'Ardenne (massif de Rocroi, secteur de Chimay) et oblique brutalement vers le sud-ouest dans une vallée large, quasi rectiligne jusque sa confluence avec la Seine. Vers le nord-est, en amont, cette vallée est prolongée par un affluent de rive droite, le Noireux, qui reçoit lui-même en rive droite un petit affluent appelé l'Ancienne Sambre. Une capture progressive des affluents les plus en amont de la Sambre par l'Oise a été argumentée (Briquet, 1908), mais en référence au concept davisien d'érosion régressive qui serait à ré-évaluer ici. Au nord d'une très modeste ligne de partage des eaux portant le village de Oisy, la Sambre proprement dite descend vers l'ouest et, dans le prolongement de la vallée de l'Oise, tourne vers le nord pour circonscrire les affleurements paléozoïques de l'Ardenne. Au sud, de très courts affluents locaux viennent alimenter l'Oise en rive droite. Depuis Vandencourt (confluence du Noireux avec l'Oise) une canalisation en grande partie souterraine franchit la bosse portant le village d'Aisonville-et-Bernaville, et vient rejoindre la source de la Somme à Fonsomme. Ce conduit hydraulique souterrain a été percé en 1826 pour soutenir l'étiage du canal de Saint-Quentin depuis le Noireux (cote 94) jusqu'à Lesdins où il rejoint la vallée de la Somme (cote 84). A l'ouest et au nord-ouest, entre la Somme et la Sambre, c'est l'Escaut et ses affluents de rive droite qui drainent le paysage, par de nombreuses vallées sèches. Aujourd'hui la source officielle de l'Escaut, captée et aménagée, est localisée sur la commune de Gouy à proximité de l'ancienne abbaye de Mont-Saint-Martin. Mais la source réelle est localisée sur la commune de Mennevret, à près de 40 km en amont, au bout d'une vallée sèche très bien marquée dans le paysage, connue sous le nom de Canal des Torrents. En contrebas de Prémont, l'Escaut reçoit en rive droite

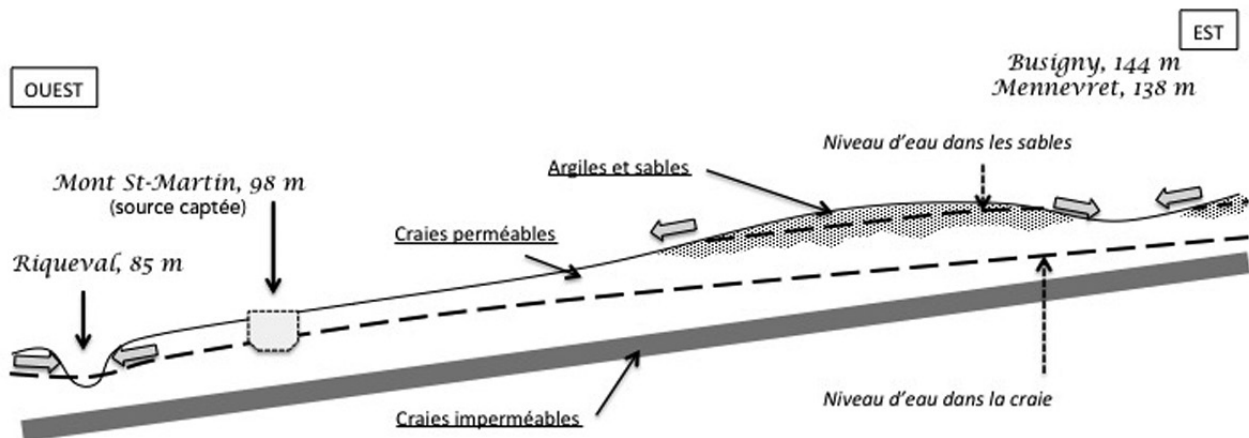


Fig. 5. — Coupe géologique schématisée (hors échelle) pour illustrer la localisation des nappes d'eau dans les sables landéniens (âge Paléocène) et dans la craie (Turonien supérieur, Coniacien-Santonien). Le débit des sources est assujéti à leur localisation et à la densité des précipitations. De même pour l'alimentation du canal de Saint-Quentin.

Fig. 5. — Sketched geological cross-section (out of scale) in order to locate watertables within landen sands (Paleocene in age) and chalk (Upper-Turonian to Coniacian-Santonian). Waterflow depends on location and rain intensity. Idem for the Saint-Quentin canal.

le Riot de la Ville. Long de 22 km, celui-ci descend de Busigny en coulant d'abord vers le nord puis, après un coude brutal, vers le sud-ouest, direction qui se prolonge sur plus de 7 km au-delà de sa confluence avec le lit sec de l'Escaut. Tous les auteurs ont observé la localisation de nombreuses sources épisodiques à la base des sables qui couronnent les buttes topographiques, au contact avec une couche argileuse plancher (Fig. 5). Toutes les sources historiquement connues jalonnent ce contact sable sur argile, même s'il est, en de nombreux endroits, masqué par les dépôts superficiels. Lorsque les précipitations sont abondantes, ces sources produisent davantage et sont drainées par les vallées sèches où l'eau est absorbée. Ce n'est qu'à la suite de pluies très abondantes (en durée plutôt qu'en intensité) que certains tronçons peuvent se trouver épisodiquement en eau. L'organisation du réseau karstique révèle les réseaux de fractures (diaclasses, failles) qui affectent les diverses couches du Crétacé supérieur ; le réglage géomorphologique des vallées et vallons sur ces fractures est bien connu sur l'ensemble Artois-Picardie-Cambrésis (Delay *et al.*, 1992 ; Bonnet *et al.*, 1996 ; Maqoud *et al.*, 1996). Or, les terrains de couverture sont sensiblement ployés en antiforme, certes très ouverte puisque cette courbure n'est pas détectable sur le profil ECORS-NdF (voir plus haut). Mais située à l'extrados d'une courbure, aussi faible soit-elle, une roche très fragile comme la craie se casse très facilement en extension. Ce qui contribue à expliquer la concentration des phénomènes karstiques observés sur les points hauts de l'Artois, de la Picardie et du Cambrésis.

Aujourd'hui, dans le contexte médiatique qui attribue au réchauffement climatique nombre de dysfonctionnements, une inquiétude vive se répand face à la difficulté de plus en plus grande pour les agriculteurs et les habitants à obtenir une eau potable en quantité suffisante à leurs besoins. Ce n'est pas le lieu, dans cet article, d'en discuter en détail. Toutefois il faut rappeler simplement qu'aujourd'hui plusieurs faits convergent pour constater et rendre compte de cette raréfaction ressentie (Meilliez *et al.*, 2015) : l'accroissement des consommations par rapport aux précipitations, l'accroissement des ruissellements (urbanisme, collecte d'eaux pluviales) par rapport aux infiltrations, à quoi s'ajoute une forte irrégularité dans la répartition annuelle des précipitations, caractéristique des zones climatiques tempérées. S'il y a tendance à la réduction des précipitations, sur ce territoire nous n'avons pas encore le recul nécessaire pour valider une évolution naturelle qui devrait se juger à l'échelle du millénaire pour entraîner des effets géologiquement significatifs (J.M. Golynski, comm. pers., 2014).

6) Un profil en long de l'Escaut très tendu

Le profil en long d'un cours d'eau est généralement concave. Dans le détail les ruptures de pente liées à une résistance différentielle des terrains à l'érosion par un courant d'eau devraient être perceptibles, modulées par le pendage des

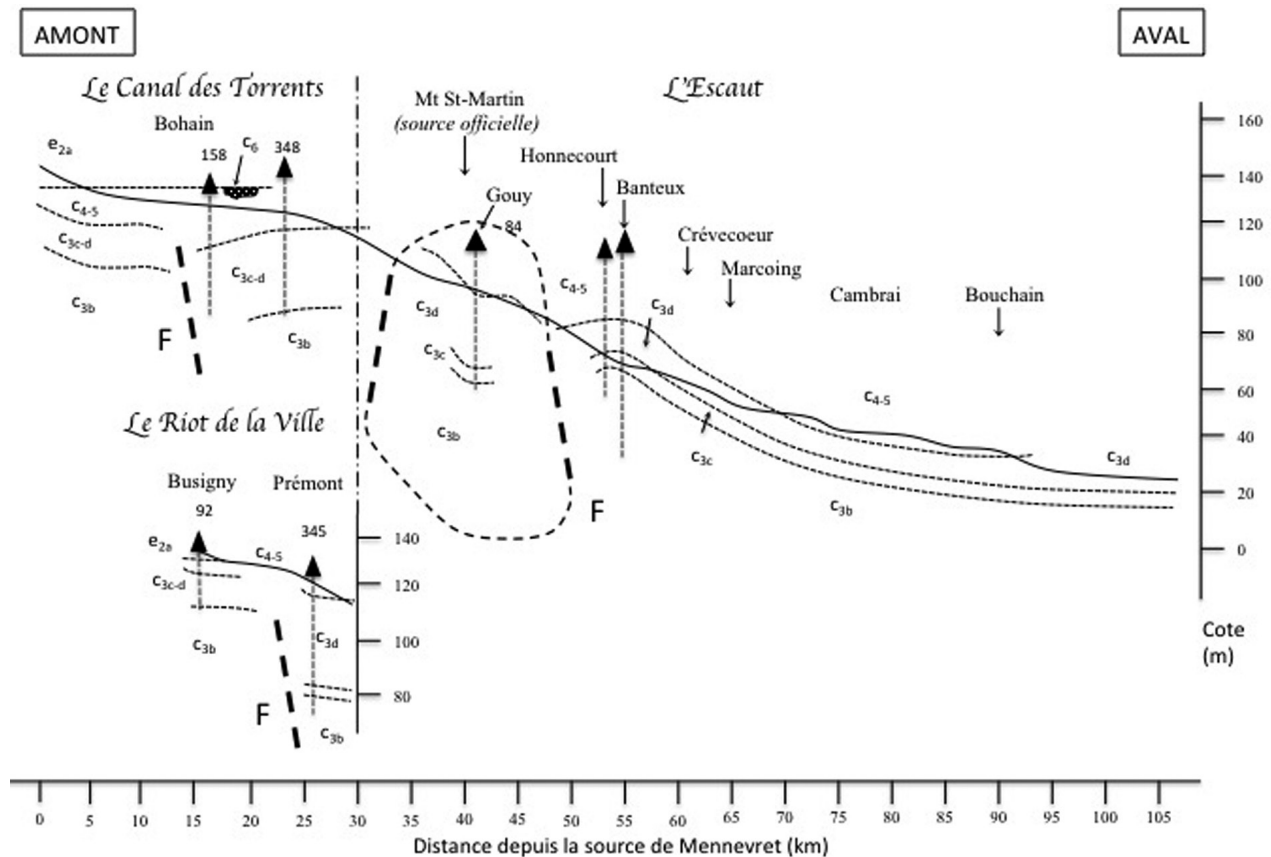


Fig. 6. — Profil en long de l'Escaut depuis les sources sèches jusqu'à l'entrée à Valenciennes. L'exagération verticale est de 500. Les tiretés qui relient les failles de part et d'autre de Gouy sont dus au fait que cette faille, *a priori* plane, coupe deux fois le cours de l'Escaut. Les flèches verticales en pointillés localisent les sondages utilisés (source : Banque de Données du Sous-sol, <http://infoterre.brgm.fr/>).

Fig. 6. — Stream profile along the Scheld river, from up-hill dry sources to down-stream Valenciennes entrance. The dashed line around Gouy area is a plane fault which cuts the Scheld valley across twice. Vertical enhancement is 500. Dashed vertical arrows locate the used drillings.

couches. Dans la succession des terrains incisés (Fig.4) les sables cénozoïques sont meubles, la couche e2a est discontinuë et fragile, les craies sont également fragiles et fissurées. Seule la couche des marnes à *Terebratulina rigida* (Turonien moyen = c3b) est relativement plus résistante à l'érosion que les couches qui l'encadrent. De plus, elle présente une extension continue et sur une épaisseur significative pour constituer un niveau remarquable, largement identifié directement (affleurements, forages, puits), notamment parce qu'il constitue le plancher d'un aquifère local (Celet, 1956, 1969). Cette couche nous servira donc aussi de marqueur structural.

Le profil en long de l'Escaut a été construit à partir du géoportail de l'IGN (Institut Géographique National : <https://www.geoportail.gouv.fr>), en mesurant la longueur des tronçons linéaires dans l'axe de la vallée. Le travail a été mené depuis les sources (Mennevret, Busigny) jusqu'au pont de l'autoroute A2 à l'entrée de Valenciennes. L'objectif était de suivre, sous la topographie, l'allure de la couche-repère c3b. Les quatre cartes géologiques examinées ici font état de plusieurs sondages l'ayant traversé. Leur contenu a été consulté dans la base de données InfoTerre (<http://infoterre.brgm.fr>), accessible au titre de la mission de service public du BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières). Les informations qui figurent dans cette base sont issues d'archives récentes et anciennes, déposées par les opérateurs auprès du BRGM. Les données originales sont encodées pour entrer dans une nomenclature reconnue par l'usage et la communauté scientifique. L'opérateur de l'encodage a donc interprété les données d'origine en référence à une norme actuelle dont ne disposaient pas les opérateurs des sondages. L'information est donc relative. Le résultat de ce travail n'est pas une coupe géologique au sens strict dès lors qu'elle n'est pas rectiligne mais suit le cours d'eau principal. Par ailleurs la très forte exagération verticale fausse toutes les relations angulaires et les valeurs réelles des pentes. Elle est toutefois nécessaire pour faire ressortir les variations morphologiques dont la cause sera discutée : lithologie, tectonique, ou une combinaison des deux. Le profil obtenu (Fig.6) n'est pas vraiment conforme au profil concave que théoriquement on pouvait attendre. La discussion est organisée selon trois tronçons : une partie convexe à l'amont, une partie ondulante autour d'un tracé rectiligne au centre, une partie concave en aval.

a) De la source fantôme à la source officielle (Fig. 6, Fig. 2)

Tous les auteurs anciens ont décrit des sources jalonnant la base des buttes sableuses résiduelles (Fig. 5). Dans le niveau e2a, l'Argile de Clary constitue un plancher local pour des nappes qui alimentent des sources en fonction des variations de précipitations. Pour les deux cours d'eau, le profil concave vers le haut est conforme à la théorie dans son passage des terrains landéniens à la craie. Les émergences qui alimentent le Riot de la Ville autour de Busigny sont un peu plus élevées que celles qui alimentent l'Escaut en aval de Mennevret. La plupart des filets d'eau se perdent dans les colluvions qui tapissent les vallons secs et dans la craie sous-jacente. Au sud-ouest de Bohain, le fond du Canal des Torrents est quasi plat, de même qu'en aval de Marez pour le Riot de la Ville. Mais peu avant leur confluence les deux profils deviennent convexes. Sortis des sables de l'unité e2a, les lits incisent la craie blanche de la base du « Sénonien » (Coniacien, Santonien dans le Cambrésis). En aval de la convexité, ils atteignent la couche sous-jacente (c3c-d), jusqu'à l'émergence actuelle à Mont-Saint-Martin. On pourrait croire que le changement de couche, et donc de lithologie suffise à rendre compte de cette rupture de pente convexe. Mais la

lecture des forages indiqués sur la carte révèle une discontinuité profonde, pour chacun des deux profils. Tout se passe comme si une faille normale décalait le contact entre craie blanche c4-5 et craie grise c3c-d. Par ailleurs, les informations enregistrées dans la Banque de Données du Sous-Sol (<http://infoterre.brgm.fr/>) permettent de considérer que l'unité c3c-d change d'épaisseur, est plus épaisse en aval qu'en amont par rapport à la faille supposée, sur chacun des deux profils.

b) De la source officielle à la sortie du Haut-Pays (Fig. 6, Fig.2)

Selon la carte géologique (Celet & Monciardini, 1972), la source aménagée de Mont Saint-Martin sort au contact de la craie blanche c4-5 avec la craie grise c3c-d. Pour rendre compte des changements successifs des couches formant le fond du lit entre Gouy et Honnecourt, il est nécessaire de représenter de façon ondulée ce contact entre la craie blanche c4-5 et la craie grise c3c-d. L'épaisseur de la craie grise est du même ordre que du côté de Prémont, en aval de la faille supposée précédente. Les cartes de Bohain (Celet & Monciardini, 1972) et Cambrai (Celet & Charvet, 1968) différencient bien la craie grise (c3d) de la craie blanche à silex (c3c) sous-jacente. Un sondage, positionné sur la hauteur du village de Gouy, étaye cette distinction. Entre Gouy et Crévecoeur le lit de l'Escaut incise nettement la couche c3c qui forme un anticlinal bien marqué. La structure dessinée ici est bien argumentée par plusieurs autres forages que ceux figurés sur la coupe (Villers-Guislain, Bantouzelle, ...). Le dessin ne peut pas être considéré comme représentatif de la réalité, eu égard aux effets de non-linéarité de la coupe et de l'exagération d'échelle. Mais il localise des variations structurales bien réelles à prendre en compte pour justifier le profil en long très tendu dans ce secteur. Notamment, il est nécessaire d'avoir recours à une autre faille profonde, analogue à celle figurée dans le tronçon précédent à Prémont. Il peut s'agir de la faille dessinée sur la carte de Cambrai (Celet & Charvet, 1968), qui fait remonter, en rive droite de l'Escaut, la couche c3b à proximité de l'abbaye de Vaucelles, observation déjà relevée par Leriche (1909b)

c) Le Bas-Pays entre l'amont de Cambrai et Valenciennes (Fig. 6, Fig. 2)

Entre Honnecourt et Crévecoeur la vallée de l'Escaut dessine une courbe convexe vers l'ouest. La succession des couches rencontrées en descendant le long du cours d'eau est celle d'une structure antiforme, dont le cœur amène à l'affleurement la craie blanche à silex du Turonien (c3c). La structure antiforme est corroborée par plusieurs sondages le long du lit majeur du fleuve : un à Honnecourt et trois à Banteux. Les marnes du Turonien moyen (c3b) sont à très faible profondeur. Confortant l'interprétation de Leriche (1909b), Celet & Charvet (1968) ont décelé une faille abaissant le compartiment ouest pour rendre compte d'un décalage vertical à l'affleurement du contact entre craie grise (c3d) et craie blanche à silex (c3c), et en profondeur des isobathes du toit des marnes (c3b). Cette faille serait inverse si l'on se fie à la coupe discutée ici. De Crévecoeur à Marcoing, le cours de l'Escaut dessine la barre médiane d'une baïonnette, prolongée par une vallée en rive droite à Crévecoeur, et une vallée en rive gauche à Marcoing (Fig. 2). L'ensemble constitue une dépression imperceptible sur le profil en long (Fig. 6), mais remarquable par ses dimensions : mesurée au niveau de la cote 100, la largeur atteint les 3 km dans le tronçon central ; estimée par rapport à la cote 100, la profondeur atteint 45 m dans la partie centrale et s'atténue à l'est de Crévecoeur et à l'ouest de Marcoing. Le flanc nord de cette dépression laisse largement

affleurer la craie blanche « sénonienne » (c4-5) et, en pied de pente la craie grise turonienne (c3d) ; toutefois, à la précision de la carte près, le contact entre les deux est représenté plus bas au sud qu'au nord du fond de vallée. Le flanc sud est partout drainé par un système de cours d'eau à peu près rectilignes ayant incisé toute la couverture limoneuse et une partie de la craie blanche « sénonienne » (c4-5). La carte géologique affiche donc une dissymétrie de la répartition des affleurements, consécutive à la présence de ces cours d'eau subsidiaires au sud, absents au nord. Hors des vallons subsidiaires, les deux versants ont à peu près la même pente, mesurée à partir de la cote 100, prise comme niveau de passage du versant au plateau. De là l'idée que la dissymétrie n'est due qu'à l'intensité de l'incision, différenciée entre les versants. Des placages résiduels d'alluvions anciennes (Fy des cartes géologiques) sont indiqués sur le versant sud de cette dépression linéaire, uniquement dans la zone centrale. Deux schémas décomposent les éléments d'un scénario possible pour rendre compte de cette dépression :

Fig. 7A : le territoire a subi une déformation associant un basculement vers le nord et l'émergence d'une faille ;

Fig. 7B : le processus ci-dessus, opérant de façon itérative, favorise le ruissellement vers le nord et l'accumulation corrélative de sédiments sur le versant sud.

En aval de Marcoing, le profil en long (Fig. 6) est faiblement ondulé au-dessus d'une structure géologique apparemment

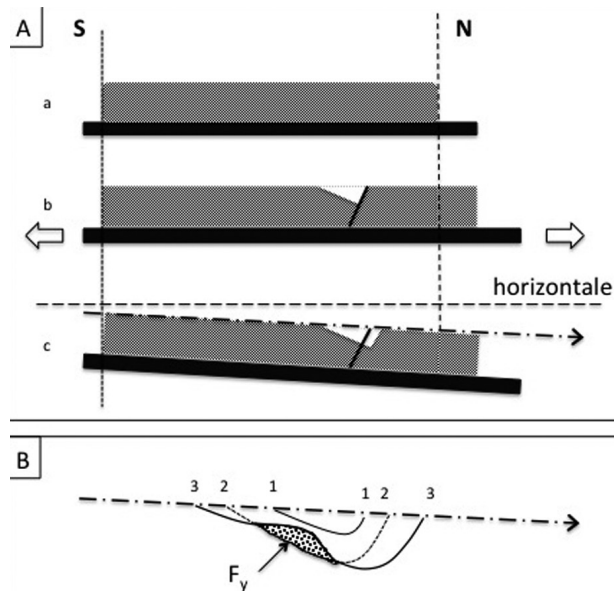


Fig. 7. — Schémas pour rendre compte d'une possible évolution de la vallée entre Crévecœur et Marcoing. A — Une déformation régionale se traduit par une composante de basculement et l'émergence d'une faille d'extension, sans préjuger de l'ordre de succession ; B — Le ruissellement sur le compartiment sud abandonne des alluvions dans la vallée. Les étapes 1 à 3 marquent des itérations accompagnant la reprise d'incision du réseau hydrographique. Le dépôt Fy est une terrasse témoin d'un épisode antérieur.

Fig. 7. — Sketches for accounting of a likely evolution of the valley between Crévecœur and Marcoing. A — A regional deformation gives rise to tilting and a normal fault, whatever the arrangement between the two components ; B — Flowing downstream over the southern part makes sediments to settle onto the valley. Numbers 1 to 3 indicates what happen as the hydrographic network further incises. Fy stock is a witness of a previous deposit.

tranquille. Toutefois la courbure synforme des couches géologiques pourrait n'être qu'un artefact dû au changement de direction de l'Escaut par rapport à la structure géologique régionale. En effet, de l'amont de Cambrai jusqu'à Valenciennes, l'Escaut coule quasiment parallèlement à la direction générale des couches, faiblement inclinées vers l'ouest-nord-ouest.

III. — DISCUSSION ET AXES DE RECHERCHE

Cet article a pour but de mettre en perspective de nombreux travaux anciens, sans ambition d'exhaustivité, et de les confronter à des observations et connaissances acquises plus récemment. Il ne résout pas toutes les questions qu'il formule, mais s'efforce d'ébaucher une trame de recherche pour progresser. Ainsi les constats précédents sont-ils discutés en fonction de trois faits qui méritent d'être étudiés de façon approfondie, sources de questionnement.

1) Le seuil morphologique du Cambrésis est superposé à une structure antiforme formant la pointe occidentale de l'Ardenne

Cette proposition peut sembler un truisme : que la morphologie soit conforme à la structure géologique révélée par l'érosion, localement modulée par les lithologies affleurantes, paraît une évidence. La réalité est nettement plus complexe. L'hypothèse présuppose que la série sédimentaire du Crétacé supérieur, transgressive sur le socle paléozoïque, ait recouvert une surface fortement aplanie, puis que le tout ait été ployé, puis soumis à un nouvel aplanissement sur la surface duquel se serait implanté le réseau de l'Escaut. La quasi planéité du toit du socle paléozoïque sur le profil ECORS oblige à admettre que le ploiement supposé eût été au mieux de faible amplitude. Ce à quoi on peut objecter que le profil ECORS passe par les sondages d'Epinoy et de Gouzeaucourt, juste à l'extérieur du bombement topographique que forme le seuil du Cambrésis (Fig. 2). Si l'hypothèse d'un ploiement incluant le toit du Paléozoïque devait être maintenue, elle obligerait à identifier une discontinuité structurale entre l'Artois et l'Ardenne au niveau du socle. Aucun élément objectif actuellement disponible ne permet d'en discuter. En revanche, la Figure 3 montre clairement que c'est entre Bohain et Saint-Quentin que le Crétacé est complètement dégagé par l'érosion et non à l'aplomb du Cambrésis. Au cours du Paléocène-Eocène c'est cette ligne de faite qui sépare les faciès de type « parisien » des faciès de type « landénien » (voir plus haut).

Après d'autres auteurs, Celet (1956, 1969) a particulièrement suivi le toit des marnes à *T. rigida* (voir plus haut). Les courbes de niveau de cette surface-repère font apparaître (Fig. 8) une antiforme sous le Cambrésis. Mais cette antiforme est complexe. Le môle de l'Ardenne est bien visible à l'est (courbes 80 et au-dessus). Au niveau 100 deux petites antiformes sont individualisées de part et d'autre du cours de la Selle. Au niveau 80, une petite antiforme est individualisée sous Bohain et une autre prolonge le « nez » de l'Ardenne sous Epehy. La ligne de faite de ce « nez » est bien située aux alentours de la source officielle actuelle (Fig. 6). Elle est décalée vers le nord par rapport à la ligne de faite de la topographie actuelle. Vers le sud le toit de cette couche-repère descend assez rapidement : la valeur de 4° estimée pour son pendage à partir de ces courbes est légèrement plus faible que celle mesurée sur cartes dans la série jurassique de la flexure sud-ardennaise. Au nord du « nez » de l'Ardenne, les courbes de niveau de ce repère esquissent une

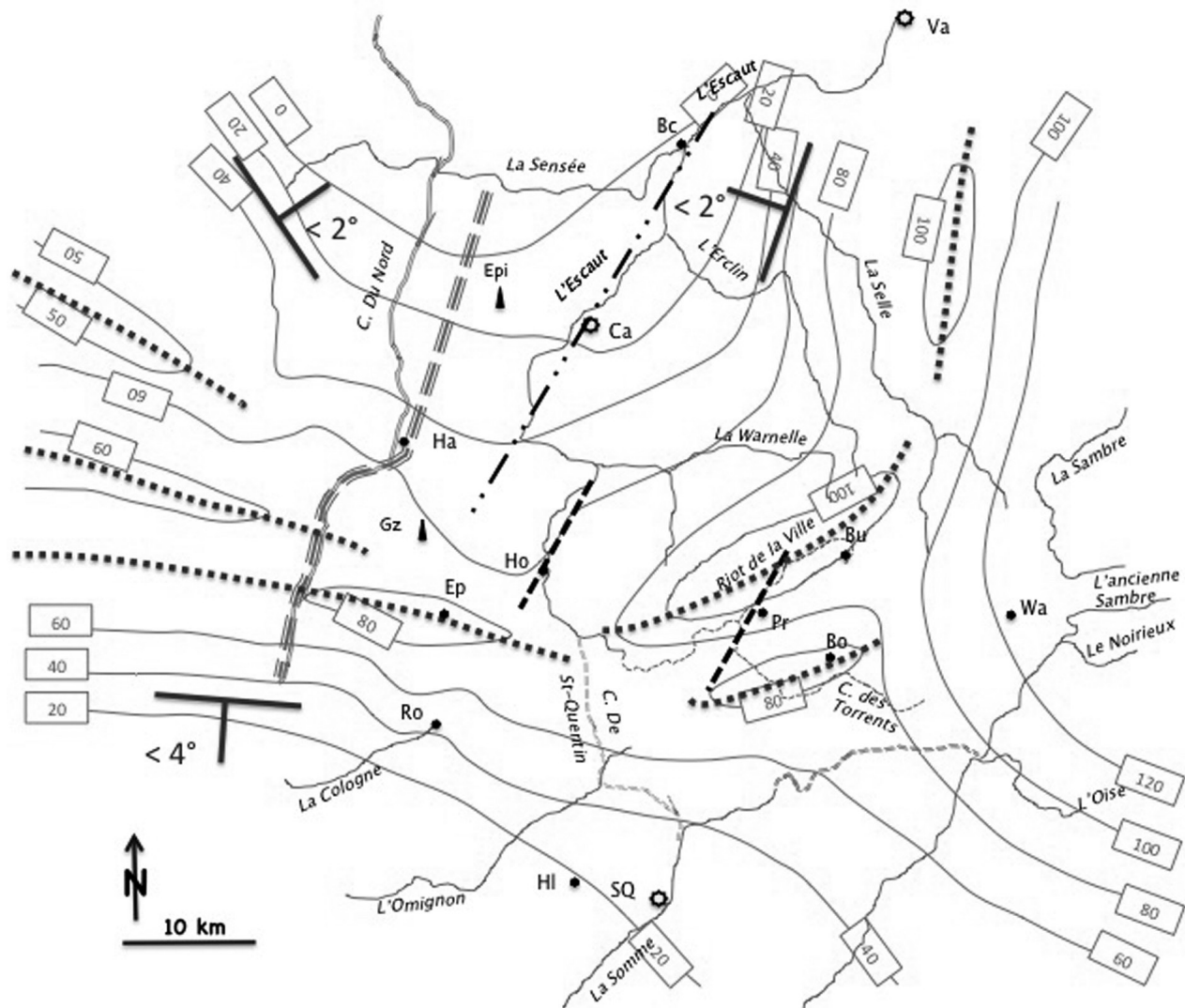


Fig. 8. – Sur le fond hydrographique de la Fig. 2 sont reportées les isohypses du toit des marnes à *Terebratulina rigida* (Turonien moyen = c_{3b}). Une antiforme complexe prolonge, sous le Cambrésis, le môle de l'Ardenne. Il n'y a pas de continuité structurale claire entre l'Ardenne et l'Artois. Les lignes courbes pointillées individualisent de petites antiformes de la surface repère. Les lignes noires en tiretés sont les failles discutées dans le texte.

Fig. 8. – Hypsographic map of the *Terebratulina rigida* Marls (mid-Turonian = c3b) roof. A complex antiform extends westwards from Ardenne dome, underneath Cambrésis. There is no clear structural continuity between Ardenne and Artois at that level. Dotted red brown curved lines indicate low-amplitude subsidiary antiforms. Dashed black lines are fault discussed within the text.

vaste synforme ouverte vers le nord (Fig. 8). L'Escaut ne lui est pas directement superposé comme le supposaient de précédents auteurs (Cayeux, 1890, par exemple). Bien que les flancs de cette synforme soient faiblement pentés, sa formation ne peut relever de la même déformation que celle qui a donné naissance au « nez » de l'Ardenne sous le Cambrésis.

2) La structure antiforme est superposée à un système de failles synsédimentaires ayant contrôlé la transgression du Crétacé supérieur

La distension qui a conditionné la transgression du Crétacé supérieur (voir plus haut) a provoqué l'émergence de failles normales. Raisonnablement on peut considérer que les hiatus observés à Bohain et à Prémont (Fig. 6) appartiennent à une

même faille, dont la trace au sol coïnciderait, à l'ouest de Prémont (Fig. 2 et 8) avec une partie du cours du Riot de la Ville et du Canal des Torrents. C'est une faille normale à fort pendage vers l'ouest-nord-ouest. Ce qui est cohérent avec la progression de la transgression du Crétacé supérieur en région (Colbeaux *et al.*, 1977). Le raisonnement est le même pour la faille qui recoupe deux fois le cours de l'Escaut de part et d'autre de Honnecourt (Fig. 6). La partie nord de cette faille (Fig. 2 et 8) serait celle observée à Vaucelles (Leriche, 1909a ; Celet & Charvet, 1968). L'anticlinal de Banteux suggère de considérer cette faille comme normale puis inversée (Fig. 6). Les sondages entre Bohain et la confluence avec le Riot de la Ville suggèrent qu'il en soit de même pour la faille de Prémont. Les deux failles auraient la même direction ($\approx N035$), et seraient inclinées vers l'ouest-nord-ouest de la même façon. Celle de Honnecourt paraît affecter l'isohypse 60. Le décalage apparent provoqué par la

seconde est de l'ordre de la vingtaine de mètres ; il est supérieur à celui de la première. Par ailleurs, il y a lieu de s'intéresser de plus près aux nombreux sites de craies congloméroïdes à matrice phosphatée (c6). Ce faciès a été l'objet d'exploitations industrielles au cours du XIXe siècle dans une large part de la Picardie, et jusque dans les années 1970 dans la région de Beauval, non loin de Doullens. De nombreuses publications les mentionnent (Gosselet, 1898 ; Leriche, 1923 ; Celet, 1969) mais il y aurait lieu d'examiner de plus près si la localisation de ces sites n'est pas en rapport avec des fractures actives, sources de conglomérats intraformationnels, comme le suggère le secteur de Bohain – Seboncourt (Fig. 2 et 6).

3) La morphologie du Cambrésis résulte d'une adaptation permanente de couverture aux à-coups de déformation à l'aplomb de discontinuités crustales

L'Écorché inframésozoïque du Nord de la France (C.F.P.(M.) *et al.*, 1965) est le document le mieux argumenté pour illustrer la connaissance de la carte géologique que l'on pourrait voir si le socle était débarrassé de sa couverture méso-cénozoïque (Fig. 9). Les observations réalisées sur *cuttings* obtenus en sondant les premiers mètres du socle paléozoïque ont été reportés sur carte. L'identification des terrains s'est faite sur base paléontologique parfois, sinon au faciès ; elle n'est donc pas fiable partout. Le dessin de la carte est nécessairement très subjectif puisqu'il n'y avait pas d'observations autres que des points. Dès 1860, Gosselet avait démontré par la biostratigraphie que la succession observée dans le Boulonnais était analogue à celle observée en Ardenne. Il en avait déduit une continuité structurale qui restait à établir. L'exploitation du gisement houiller a démontré sa continuité structurale des Collines d'Artois au Massif Ardenno-Rhénan (Bouroz, 1960). Les sondages effectués au sud du gisement pour rechercher d'éventuels sites à exploiter sous la Faille du Midi ont jalonné l'idée que la structure du synclinorium de Dinant cartographiée en Ardenne devait se retrouver sous le Hainaut-Cambrésis et l'Artois jusqu'à rejoindre les modestes affleurements du Boulonnais. Dans son ensemble la campagne d'exploration pétrolière du début des années 1960 a confirmé cette interprétation (C.F.P. *et al.*, 1965). Aussi le dessin proposé (Fig. 9) raccorde-t-il « au plus court » la structure ardennaise à la structure artésienne. Pour le faire le dessin suggère une simple continuité des niveaux stratigraphiques qui respecte les données de sondages. Des failles, rectilignes pour la plupart, ont été placées ici et là pour résoudre des incompatibilités de contact sans qu'il n'y ait d'analyse plus approfondie. Cette interprétation *a minima* ne discute absolument pas des structures par lesquelles se fait la jonction entre Ardenne et Artois. prenant en compte le style structural pelliculaire, de mieux en mieux connu au niveau du terrain en Ardenne (Mansy *et al.*, 2006 par exemple). Ce style tectonique a dû aussi affecter le territoire sous le Hainaut-Cambrésis. C'est un sujet d'étude à entreprendre.

On a vu ci-dessus que le niveau-repère du Turonien est déformé en synforme plongeant faiblement vers le nord-nord-ouest (fig. 8). Quelles structures sous-jacentes ont accommodé ce mouvement, même modeste ? On a vu que les deux failles synsédimentaires localisées à Prémont et à Honnecourt-Vaucelles étaient fonctionnelles au Crétacé supérieur. Sont-elles enracinées dans une structure paléozoïque comme le font certaines failles de l'Artois (Gosselet, 1908 ; Bouroz, 1956 ; Minguely, 2007) ? Le cours de l'Escaut est à peu près rectiligne entre Marcoing et Bouchain. Il est lui aussi certainement superposé à un couloir faillé qui, entre autres, expliquerait le

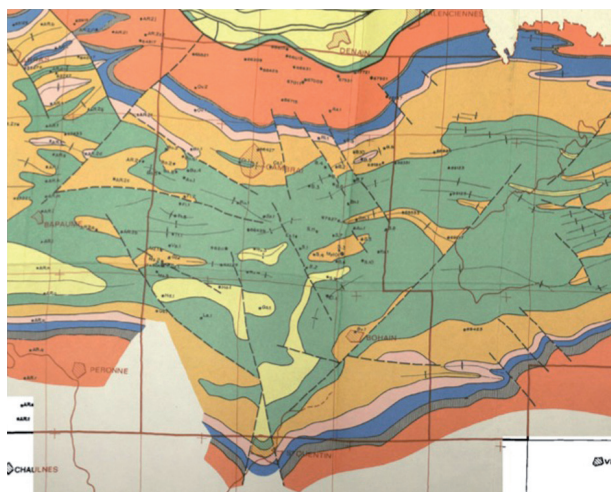


Fig. 9. — Extrait de l'Écorché inframésozoïque du Nord de la France (C.F.P.(M.) *et al.*, 1965) montrant la structure varisque apparentement cylindrique qui raccorde l'Ardenne aux Collines d'Artois. Les failles sont des interprétations de l'époque par défaut, et ne peuvent être considérées comme délimitant des unités tectoniques au même titre que le fait une carte géologique de surface.

Fig. 9. — Part of the geological map beneath the post-Palaeozoic cover in the North of France (C.F.P.(M.) et al., 1965). It shows an apparently cylindrical Variscan structure that links Ardenne area to Artois Hills area. However fault lines were interpreted in the absence of direct observation. They cannot be considered as liable as are those exhibited on a surficial geological map.

vallon sec de l'Eauette, au sud-sud-ouest de Marcoing (Fig.8). Cette faille supposée serait parallèle aux deux précédentes. Pour l'instant on ne sait pas établir de correspondance directe entre la carte du toit du Paléozoïque (Fig. 9) et celle des structures affectant le toit du c3b (Fig. 8).

III. — CONCLUSION

Le Cambrésis a été, au cours du XIXème siècle, un territoire pourvoyeur de ressources minérales diverses : sable, craie, argile, limon, phosphates et eau. De très nombreuses exploitations artisanales s'y étaient déployées, dont il ne reste aujourd'hui que des témoignages grâce aux publications dans diverses revues nationales et régionales, scientifiques ou historiques. La disparition de ces exploitations avec les conflits mondiaux a été actée dans le lever des cartes géologiques à 1:50 000 examinées ici. Durant les années 1958-1964 une campagne exhaustive d'exploration pétrolière a opéré des centaines de sondages sur les départements du Nord et du Pas-de-Calais dans le but d'esquisser une carte géologique du toit du socle paléozoïque. Ce travail a abouti sur une carte dont il faut re-questionner l'interprétation structurale eu égard aux nombreux travaux de terrain et de géophysique qui ont été réalisés depuis 30 ans. Les reliefs actuels de l'Artois et de l'Ardenne convergent vers le Cambrésis, en situation de château d'eau régional. La continuité stratigraphique de surface masque sans doute une discontinuité au niveau du socle paléozoïque. La déformation interne de la couverture méso-cénozoïque invite à approfondir cette question car il ne suffit pas d'écrire qu'il s'agit de la jonction entre les directions structurales dites varisque et armoricaine pour rendre compte de l'état des lieux.

Remerciements. — Ce travail a été entrepris en préparation à une conférence donnée à la Médiathèque d'Agglomération de Cambrai dans le cadre du festival *Février des Sciences*. Merci aux organisateurs de ce festival d'avoir permis de ranimer la fièvre du chercheur qui voudrait comprendre. Merci aux collègues avec qui les discussions n'ont fait que commencer autour de ce sujet. Un salut aux mémoires de Jean-François Raoult, Alphonse Beugnies et

Jean-Louis Mansy qui auraient beaucoup aimé participer à ces discussions. Et un grand merci à Alain Blicq, rédacteur en chef dont j'agace la patience, ainsi qu'aux deux relecteurs : Alain Demoulin (Université de Liège, Belgique) qui, en posant des questions pertinentes et précises a aidé à recadrer ce travail, et François Duchaussois (CEN Picardie, APBG & SGN) dont la disponibilité est mise à rude épreuve.

BIBLIOGRAPHIE

- ANTOINE P., LIMONDIN LOZOUET N., CHAUSSÉ C., LAUTRIDOU J.-P., PASTRE J.-F., AUGUSTE P., BAHAIN J.-J., FALGUERES C. & GALEHB B. (2007). — Pleistocene fluvial terraces from northern France (Seine, Yonne, Somme) : synthesis, and new results from interglacial deposits. *Quat. Sc. Rev.*, **26** : 2701-2723.
- ANTOINE P., GOVAL E., JAMET G., COUTARD S., MOINE O., HERISSON D., AUGUSTE P., GUERIN G., LAGROIX F., SCHMIDT E., ROBERT V., DEBENHAM N., MESZNER S. & BAHAIN J.-J. (2014). — Les séquences loessiques Pléistocène supérieur d'Havrincourt (Pas-de-Calais, France) : stratigraphie, paléoenvironnements, géochronologie et occupations paléolithiques. *Quaternaire*, **25** : 321-368.
- BONNET T., COLBEAUX J.-P. & BRACQ P. (1996). — Analyse multicritères d'une région du Nord de la France (Bapaume). Importance du contexte morphostructural sur le débit des captages d'eau potable obtenu dans l'aquifère crayeux. *Ann. Soc. Géol. Nord*, **T 4** (2^{ème} série) : 91-98.
- BOUROZ A. (1956). — Contribution à l'étude des failles épicrotacées de l'Artois. *Ann. Soc. Géol. Nord*, **LXXVI** : 51-62.
- BOUROZ A. (1960). — La structure du paléozoïque du Nord de la France au Sud de la Grande Faille du Midi. *Ann. Soc. Géol. Nord*, **LXXX** : 101-112.
- BRIQUET A. (1908). — Sambre et Oise : une capture. *Ann. Soc. Géol. Nord*, **XXXVII** : 14-22.
- CAYEUX L. (1890). — Ondulations de la craie de la feuille de Cambrai et rapports de la structure ondulée avec le système hydrographique de cette carte. *Ann. Soc. Géol. Nord*, **XVII** : 71-90.
- CAZES M. & TORREILLES G. coord. (1988). — *Etude de la croûte terrestre par sismique profonde. Programme ECORS – Profil Nord de la France*. Technip, Paris : 260 p.
- CELET P. (1956). — La surface des marnes grises à *Terebratulina rigida* (Turonien moyen) sur la feuille de Cambrai au 1/80 000. *Ann. Soc. Géol. Nord*, **LXXVI** : 14-24.
- CELET P. (1969). — Géologie du Cambrésis et des régions avoisinantes. *Ann. Soc. Géol. Nord*, **LXXXIX** : 91-102.
- CELET P. (1978). — *Carte géologique de Péronne*. B.R.G.M. édit., Orléans, Feuille XXV-8.
- CELET P. & CHARVET J. (1968). — *Carte géologique de Cambrai*. B.R.G.M. édit., Orléans, Feuille XXV-7.
- CELET P. & MONCIARDINI C. (1972). — *Carte géologique de Bohain-en-Vermandois*. B.R.G.M. édit., Orléans, Feuille XXVI-8.
- C.F.P.(M.), COPESEP, R.A.AP. & S.N.P.A. (1965). — Contribution à la connaissance des bassins paléozoïques du Nord de la France. *Ann. Soc. Géol. Nord*, **LXXXV** : 273-281.
- COLBEAUX J.-P., BEUGNIES A., DUPUIS C., ROBASZYNSKI F. & SOMME J. (1977). — Tectonique de blocs dans le Sud de la Belgique et le Nord de la France. In DEMOULIN A. ed., *L'Ardenne, essai de géographie physique*, Université de Liège : 68-93.
- DELATTRE C. & MÉRIAUX E. (1967). — *Carte géologique de Le Cateau*. B.R.G.M. édit., Orléans, Feuille XXVI-7.
- DELAY F., BRACQ P. & COLBEAUX J.-P. (1992). — Cartographie numérique de linéaments morphostructuraux : exemple d'application à l'hydrogéologie de la craie du Nord de la France. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, **T.163** : 345-352.
- DEMOULIN A. (1995a). — L'Ardenne des plateaux, héritage des temps anciens. In DEMOULIN A. ed., *L'Ardenne, essai de géographie physique*, Université de Liège, édit. : 68-93.
- DEMOULIN A. (1995b). — L'Ardenne bouge toujours. In DEMOULIN A. ed., *L'Ardenne, essai de géographie physique*, Université de Liège, édit. : 68-93.
- DESCHODT L. (2015). — L'apport des opérations archéologiques à la connaissance du Pléistocène régional : exemple des fonds de vallées du bassin français de l'Escaut. *Ann. Soc. Géol. Nord*, **T.22** (2^{ème} série) : 41-56.
- DUPUIS C. (1979). — Esquisse paléogéographique du nord et du nord-ouest du Bassin de Paris au Paléocène et à l'Eocène inférieur. Incidences structurales. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **288** : 1587-1590.
- DUPUIS C., de CONINCK J. & ROCHE E. (1984). — Remise en cause du rôle paléogéographique du horst de l'Artois à l'Yprésien inférieur. Mise en évidence de l'intervention du Môle transverse Bray-Artois. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **II, 298** : 53-56.
- FUCHS K., von GEHLEN K., MÄLZER H., MURAWSKI H. & SEMMEL A. (1983). — Epilogue : mode and mechanism of Rhenish Plateau uplift. In FUCHS K., von GEHLEN K., MÄLZER H., MURAWSKI H. & SEMMEL A., *Plateau uplift*. Springer Verlag, Berlin : 405-411.
- GAMBLIN A. (1959). — Le contact Cambrésis – Thiérache. *Revue du Nord*, **41** : 33-47.
- GOSSELET J. (1860). — *Mémoire sur les Terrains primaires de la Belgique, des environs d'Avesnes et du Boulonnais*. Librairie scientifique de F. Savy, Paris, 164 p.
- GOSSELET J. (1898). — Cours de Géographie physique du Nord de la France et de la Belgique : VIII – Cambrésis – Vermandois. *Ann. Soc. Géol. Nord*, **XXVII** : 197-212.
- GOSSELET J. (1908). — Note sur quelques failles communes aux terrains crétacique et houiller de l'Artois. *Ann. Soc. Géol. Nord*, **XXXVII** : 80-109, 1 pl. h-t.
- GRIMBERIEUX J., LAURANT A. & OZER P. (1995). — Les rivières s'installent. In DEMOULIN A. ed., *L'Ardenne, essai de géographie physique*, Université de Liège : 94-109.

- HUYGHE P. & MUGNIER J.-L. (1995). – A comparison of inverted basins of the Southern North Sea and inverted structures of the external Alps. *In* BUCHANAN J.G. & BUCHANAN P.G. edit., *Bassin inversion*, Geol. Soc. Sp. Pub. N°88 : 339-354.
- LA VALLÉE POUSSIN (de) C. (1875). – Séance du 19 décembre 1875. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. 3 : LV-LIX.
- LEMARQUANT P. (2010). – *A la recherche des voies romaines dans le Nord – Pas-de-Calais*. Les Editions Nord Avril, Bouvignies, 142 p.
- LERICHE M. (1909a). – Observations sur la Géologie du Cambrésis. *Ann. Soc. Géol. Nord*, **XXXVIII** : 372-411.
- LERICHE M. (1909b). – Observations hydrographiques dans la haute vallée de l'Escaut et dans les vallées affluentes. *Ann. Soc. Géol. Nord*, **XXXVIII** : 79-85.
- LERICHE M. (1923). – Révision de la feuille de Cambrai : le massif tertiaire de l'Arrouaise. *Bull. Carte géol. Fr.*, n° 146, **XXVI** : 158-164.
- MANSY J.-L., LACQUEMENT F., MEILLIEZ F. & VAN VLIET-LANOË B. (2006). – *Carte géologique de Givet*. B.R.G.M. édit., Orléans. Feuille 3007.
- MAQSOUUD A., BRACQ P., CRAMPON N. & COLBEAUX J.-P. (1996). – La craie du Bassin Artois-Picardie peut-elle être karstifiée ?. *Ann. Soc. Géol. Nord*, **T 4** (2ème série) : 99-109.
- MEILLIEZ F. (1989). – Importance de l'évènement calédonien dans l'Allonchtonne Ardennais ; essai sur une cinématique paléozoïque de l'Ardenne dans la chaîne varisque. Thèse D.E., Université du Maine (*inédit*), 518 p.
- MEILLIEZ F., PRYGIEL J. & COULON H. (2015). – Etat des eaux et protection de la ressource dans le bassin Artois-Picardie. *Ann. Soc. Géol. Nord*, **T 22** (2ème série) : 11-14.
- MEYER W., ALBERS H.J., BERNERS H.P. von GEHLEN K., SCHNÜTGEN A., WIENECKE K. & ZAKOSEK H. (1983). – Pre-Quaternary uplift in the central part of the Rhenish Massif. *In* FUCHS K., von GEHLEN K., MÄLZER H., MURAWSKI H. & SEMMEL A., *Plateau uplift*. Springer Verlag, Berlin : 405-411.
- MINGUELY B. (2007). – *Caractérisation géométrique 3-D de la couverture sédimentaire méso-cénozoïque et du substratum varisque du Nord de la France : apports des données de sondages et des données géophysiques*. Thèse de Doctorat, Université de Lille : 231 p. [*inédit*]
- RAOULT J.-F. (1987). – Données récentes sur quelques grands traits structuraux du Bassin Parisien et son soubassement hercynien à partir du profil E.C.O.R.S. – Nord de la France. *In* CAVELIER C. & LORENZ C. édit., *Aspect et évolution géologiques du Bassin Parisien*. Ass. Géol. B. Paris, Mém. h-s. n°6 : 39-60.
- RICHEZ E. & BONTE A. (1953). – Observations sur le Landénien continental de Noyelles-sur-Escaut. *Ann. Soc. Géol. Nord*, **LXXIII** : 197-202.
- ROBASZYNSKI F. (1987). – Du Boulonnais au Bassin de Mons : le Paléozoïque et les héritages varisques dans la couverture. *In* CAVELIER C. & LORENZ C. édit., *Aspect et évolution géologiques du Bassin Parisien*. Ass. Géol. B. Paris, Mém. h-s. n°6 : 69-86.
- SOMME J. (1977). – *Les Plaines du Nord de la France et leur bordure – étude géomorphologique*. Thèse de Doctorat d'Etat es Sciences, Université de Lille 3, 2 tomes : 810 p. [*inédit*]
- VAN VLIET-LANOË B. (2005). – *La planète des glaces*. Vuibert édit., Paris, 470 p.
- VOISIN L. (1981). – Le modèle schisteux en zones froide et tempérée. Analyse géomorphologique d'une région type de l'Ardenne occidentale. Univ. Lille3, édit., 2 t., 884p (thèse D.E., Univ. Paris, 1978).

WEBOGRAPHIE

Balades fluviales : <http://m.baladesfluviales.fr/route-details.aspx?idr=22> : vu le 02/09/2016.

Géoportail : <http://www.geoportail.gouv.fr/accueil>

InfoTerre : <http://infoterre.brgm.fr/>

International Commission of Stratigraphy : <http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-chart-timescale>

SIGALE : <http://sigale.nordpasdecalsais.fr> : version antérieure à 2016, reprise par l'Atlas de la nouvelle région Nord - Pas-de-Calais – Picardie (novembre 2015).

Directeur de collection : Patrick De Wever



Les atouts de cette collection

- des livres petit format
- une maquette agréable, facile à lire, et en couleur
- un langage simple, le ton léger
- de nombreuses illustrations
- des encadrés et des anecdotes
- des auteurs spécialistes de leur domaine et de la vulgarisation
- tout pour donner envie au lecteur d'aller plus loin !

Pourquoi cette collection ?

Son nom, « Terre à portée de main », explicite l'objectif : parler de la Terre, de son fonctionnement, des phénomènes qui s'y déroulent de manière à ce que tout le monde puisse comprendre. Pour cela, les différents livres de la collection ne seront pas de gros traités, mais de petits livres, chacun traitant d'une question seulement. Le langage sera simple, le propos très illustré de schémas et de figures, le ton sera léger. Des anecdotes égayeront l'exposé, des encadrés préciseront un détail.



Quand la vie fabrique les roches
Patrick De Wever et Karim Benzerara

Le monde vivant est souvent opposé au monde minéral. Cette distinction est beaucoup plus délicate, dès que l'on s'éloigne de ce qui apparaît de prime abord à notre échelle temporelle et spatiale. En effet, le monde minéral influe sur le monde vivant, il s'agit presque d'une évidence. Ce qui est moins immédiat est de considérer que beaucoup de roches sont fabriquées par la vie. Ce dernier aspect est l'objet de ce petit livre que nous avons voulu accessible à un large public.

ISBN : 978-2-7598-1978-2

Patrick De Wever, géologue, est Professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle. Passionné par les relations biosphère-géosphère, il est responsable de l'inventaire national du patrimoine géologique ainsi que du groupe « Geoheritage » pour l'International Union of Geological Sciences, et expert auprès de l'UNESCO pour les Géoparcs.

Karim Benzerara, géologue, est directeur de recherche au CNRS à l'institut de Minéralogie, Physique des Matériaux et Cosmochimie à l'Université Paris-VI. Spécialiste de géobiologie, il étudie la formation des minéraux par les bactéries. Il est responsable d'un programme de recherche européen et collaborateur d'un projet du CNES et de la NASA



Bon de commande

À compléter et à retourner à :
EDP Sciences - 17, Avenue du Hoggar - BP 112 - 91944 Les Ulis Cedex A - France
E-mail : livres@edpsciences.org

Je souhaite commander

Nom / Prénom :

E-mail :

Adresse :

Code Postal : Ville :

Pays : Tél :

Paiement au choix :

par chèque à l'ordre d'EDP Sciences (à joindre à la commande) Date obligatoire : /

par carte bancaire Visa Eurocard American Express

N° de carte : |_|_|_|_| |_|_|_|_| |_|_|_|_| |_|_|_|_| Signature obligatoire :

Date d'expiration : /

Code Crypto (3 derniers chiffres au dos de la carte) : |_|_|_|

Titre(s)	Prix unitaire	Quantité	Total
Quand la vie fabrique les roches • 978-2-7598-1978-2	12 €	X	= €
Terre de météorites • 978-2-7598-1928-7	12 €	X	= €
Du vert au noir : le charbon • 978-2-7598-1791-7	12 €	X	= €
Voyage d'un grain de sable • 978-2-7598-1183-0	12 €	X	= €
La valse des continents • 978-2-7598-1182-3	12 €	X	= €
L'eau de la vie • 978-2-7598-1189-2	12 €	X	= €
Frais de port			
		France métropolitaine	+ 4.5 €
		DOM et Europe	+ 8.5 €
		TOM et reste du monde	+ 15 €
Les prix sont donnés à titre indicatif et sont susceptibles d'être modifiés, notamment lors de réimpressions. Le prix indiqué sur la facture du libraire fait foi dans tous les cas.			TOTAL GÉNÉRAL = €

Commandez en ligne sur laboutique.edpsciences.fr

LE BOULONNAIS (PAS-DE-CALAIS) : UN PATRIMOINE GÉOLOGIQUE REMARQUABLE, AVEC UNE ATTENTION PARTICULIÈRE AU DÉVONIEN

The Boulonnais Inlier (Pas-de-Calais, France): an outstanding geological heritage, with particular interest to the Devonian

par Bruno MISTIAEN (1), Denise BRICE (1), Alain BLIECK (2), Olivier AVERBUCH (3), Jean-Marie CHARLET (4),
L. M. Robin COCKS (5), Jean-Pierre COLBEAUX (6), Michel DEBUYSER (7), Denis DEMARQUE (8),
Patrick DE WEVER (9), Eric GROESSENS (10), Benoit L.M. HUBERT (11), Christian LOONES (12), J.-L. MANSY (†),
Guy MARTINI (13), Francis MEILLIEZ (3) & Diane VIDIER (14)

Résumé. – Cette étude met l'accent sur le patrimoine géologique et paléontologique particulièrement riche et diversifié du Boulonnais. Les terrains dévoniens ont notamment donné lieu à de très nombreuses études grâce au développement de nombreuses carrières et au creusement de tranchées de voies ferrées. Malheureusement les affleurements sont de plus en plus restreints, les carrières étant comblées ou ennoyées et végétalisées. Les dépôts de stériles entraînent des modifications du paysage, voire une inversion du relief artificielle liée, en particulier, à l'activité des exploitations du bassin carrier de Marquise. L'Association pour la Valorisation du Dévonien au Griset (AVDG), s'efforce de sauvegarder une partie représentative de ce patrimoine géologique.

Abstract. – *This study focuses on the geological and palaeontological heritage of the Boulonnais area, which is particularly rich and diversified. The Devonian outcrops gave the opportunity of numerous studies through the development of many quarries and the digging of several railway cuts. Unfortunately, outcrops are more and more restricted, quarries being filled or submerged and covered by vegetation. The deposition of sterile rocks produces changes in the landscape, up to some artificial reversal of the relief, due especially to the activities of quarries in the Marquise area. The AVDG association tries to preserve a representative part of this geological heritage.*

Mots-clés. – Dévonien, géodiversité, paléobiodiversité, relief inversé, conservation d'affleurements géologiques.
Key words. – Devonian, geodiversity, palaeobiodiversity, inverted relief, protection of geological outcrops.

I. — INTRODUCTION

Comme le souligne le « Plan de Paysage du Bassin Carrier de Marquise 1994 - 2014 – 2044 » (Geib, 2014), le patrimoine géologique du Boulonnais est tout à fait remarquable. Dans un article de synthèse, publié en 1969, Bonte écrivait « le

Boulonnais... constitue une région naturelle très attachante » offrant « une diversité qu'on retrouve rarement sur une superficie aussi restreinte ». Le Boulonnais offre en effet un « voyage géologique de plus de 400 millions d'années », du Silurien, sub-affleurant et occasionnellement observé à la faveur du creusement de deux puits, l'un à Montacres, l'autre à Caffiers

-
- (1) Université Catholique de Lille, Groupe I.S.A., 48 Bd. Vauban, 59046-Lille cedex ; bruno.mistiaen@yncrea.fr, denise.brice@yncrea.fr,
(2) Université de Lille – Sciences et Technologies, Campus de Villeneuve d'Ascq (Annappes), bâtiment SN5 (Sciences de la Terre), UMR 8198 Evo-Eco-Paléo du CNRS, 59655-Villeneuve d'Ascq cedex ; alain.blieck@univ-lille1.fr
(3) Université de Lille – Sciences et Technologies, Campus de Villeneuve d'Ascq (Annappes), bâtiment SN5 (Sciences de la Terre), UMR 8187 LOG du CNRS, 59655-Villeneuve d'Ascq cedex ; olivier.averbuch@univ-lille1.fr; francis.meilliez@univ-lille1.fr
(4) 10 av. Albert Elisabeth, B-7030 St Symphorien (Belgique) ; jeanmariecharlet@gmail.com
(5) The Natural History Museum, Dept. of Palaeontology, Cromwell Road, London SW7 5BD (Royaume Uni de Grande-Bretagne et Irlande du Nord) ; r.ckocks@nhm.ac.uk
(6) 9 rue Saint Pierre, 59170 Croix ; jeanpierrecolbeaux@gmail.com
(7) 471 rue des Moulins, 62610 Autingues ; michel.debuyser@cegetel.net
(8) Musée d'Histoire Naturelle de Lille, 19 rue de Bruxelles, 59000 Lille ; ddemarque@mairie-lille.fr
(9) Muséum National d'Histoire Naturelle, Dépt. Histoire de la Terre, bâtiment Géologie, CP 48, 43 rue Buffon, 75231 Paris cedex 05 ; pdewever@mnhn.fr
(10) Service Géologique de Belgique, 13 rue Jenner, B-1000 Bruxelles (Belgique) ; eric.groessens@sciencesnaturelles.be
(11) Université Catholique de Lille, FGES, 65 rue Roland, 59046 Lille cedex ; benoit.HUBERT@univ-catholille.fr
(12) 10 rue du Général Courbet, 59120 Loos-lès-Lille ; loones_christian@hotmail.fr
(13) Géoparc de Haute Provence, quartier Saint Benoît, 04000 Digne ; guy.martini@hotmail.com
(14) Rue du calvaire PN 82, 62137 Coulogne ; diane.vidier@sfr.fr

(Olry, 1904), jusqu'aux dépôts quaternaires particulièrement variés [Il manque à la série stratigraphique le Permien, le Trias, et le Lias même si ce dernier a été reconnu en karst]. Les terrains du Paléozoïque (Dévonien et Carbonifère) sont spécialement bien observables, car exploités dans de nombreuses carrières du bassin carrier de Marquise ; ils constituent par ailleurs un jalon important entre l'Ardenne franco-belge et le Devon anglais. Ceux du Mésozoïque (Jurassique et Crétacé) affleurent ponctuellement à la faveur de travaux de terrassement dans l'intérieur des terres mais sont surtout visibles le long des falaises littorales. En outre quelques dépôts tertiaires subsistent localement.

La « géodiversité » de cette région naturelle restreinte en surface est de fait particulièrement impressionnante. Pour s'en convaincre, il suffit de comptabiliser le nombre d'unités lithologiques présentes dans la seconde édition de la feuille de Marquise au 1/50 000 (Mansy *et al.*, 2007). On en dénombre une cinquantaine, tandis que sur les cartes géologiques des régions voisines ce nombre atteint difficilement la petite vingtaine. Toutefois, si l'on n'observe pas de roches endogènes, par contre, la quasi-totalité des catégories de roches sédimentaires que l'on puisse imaginer est présente : poudingues et conglomérats, sables, grès, parfois glauconieux, ferrugineux ou micacés, voire

« psammitiques », argilites diverses, vertes, rouges, gris-bleuté ou noires, marnes et calcaires, avec une étonnante diversité (oolithique, construit, lumachellique, noduleux, bioclastique, lithographique, calcaires qualifiés de « marbre »... sans oublier la craie), dolomies. De plus le charbon, qui a été exploité en profondeur, est très localement visible à l'affleurement à la faveur d'une zone faillée (zone faillée de Ferques) et a d'ailleurs été exploité par les ouvriers des carrières; des argilites à lignite existent. Enfin des niveaux de tourbes sont présents sur le littoral. De même dans les calcaires dévoniens, on peut souligner la présence de traces d'hydrocarbures (ozocérite ?), remarquées lors de la préparation de lames minces. Cette surprenante diversité lithologique est tout simplement due à la structure géologique de la région. Le Boulonnais et son prolongement occidental dans le Weald anglais a d'abord été considéré comme une simple boutonnière, mais cette notion a dû, par la suite, être nuancée lors de la découverte des nombreuses failles, peu repérables de prime abord dans la craie, donnant à l'ensemble une structure en horst, largement entaillé dans sa partie centrale par l'érosion (Colbeaux *et al.* 1980 ; Colbeaux, 1985 ; Colbeaux & Leplat, 1985 ; Mansy *et al.*, 2003).

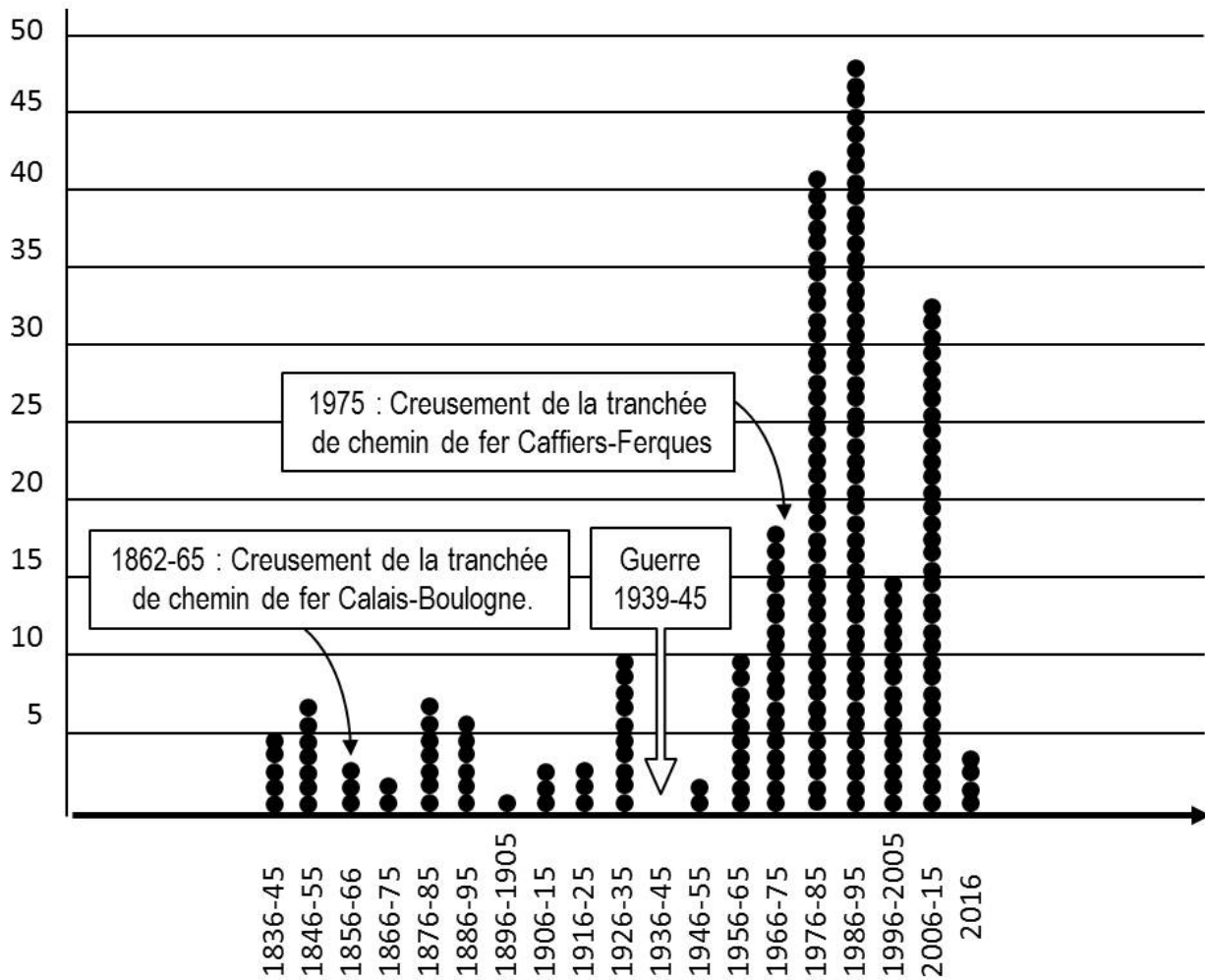


Fig. 1. — Nombre de publications répertoriées, par décennie, relatives au Dévonien de Ferques.

Fig. 1. — Number of marked papers per decade, about the Devonian of Ferques.

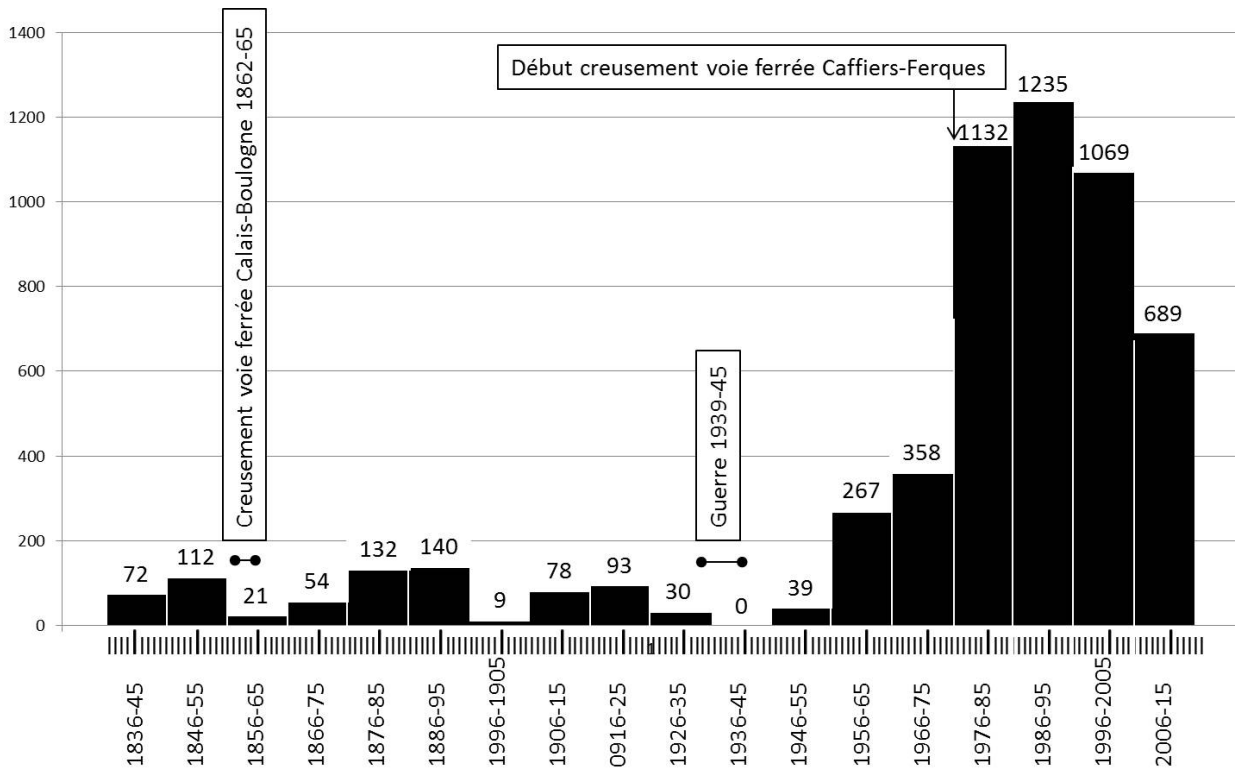


Fig. 2 – Répartition, par décennie, du nombre d'espèces fossiles dévoniennes décrites ou citées.

Fig. 2 - Distribution per decade of the number of described or cited Devonian fossil species.

II. – HAUT- ET BAS-BOULONNAIS : DES ROCHES AUX PAYSAGES

Cette structure permet de distinguer le Haut-Boulonnais et le Bas-Boulonnais, deux régions que tout oppose :

- 1) Le Haut-Boulonnais se caractérise par :
 - a. l'uniformité lithologique des affleurements de la craie du Crétacé avec sa couverture discontinue de limon éolien quaternaire ;
 - b. la quasi-absence de réseau hydrographique de surface : l'eau s'infiltre et rejoint la nappe de la craie ;
 - c. son paysage « d'openfields », c'est une région de grandes cultures (céréales et betteraves).
- 2) Le Bas-Boulonnais (parfois anciennement appelé « fosse boulonnaise ») s'en distingue totalement par :
 - a. sa diversité lithologique (cf. ci-dessus) avec environ 9/10 de terrains du Jurassique et 1/10 de terrains du Paléozoïque ;
 - b. un chevelu hydrographique en surface, car beaucoup des sous-sols présents sont imperméables ;
 - c. un paysage de bocage : des terres humides à vocation d'élevage.

La lisibilité de cette étonnante diversité géologique est amplifiée par plusieurs faits importants :

cet ensemble est recoupé transversalement par la Manche, une structure de type graben ou de paléo-vallée (Colbeaux *et al.*, 1993 ; Van Vliet-Lanoë *et al.*, 2004, 2010), les deux hypothèses ne s'excluant d'ailleurs pas ; ce qui donne de magnifiques affleurements en falaises le long du trait de côte ;

la présence de nombreuses carrières qui ont exploité et exploitent encore les calcaires du Paléozoïque. Il convient en effet de rappeler que dans le Bassin carrier de Marquise sont présentes deux des trois plus importantes carrières de France ; il s'agit des « carrières du Boulonnais » et des « carrières de la Vallée Heureuse » (Thomas & Vidier, 2014). Mais une quinzaine d'autres niveaux (Mansy *et al.*, 2007, p. 154-155) ont aussi été exploités dans le passé à la faveur de très nombreuses carrières ;

des travaux publics de grande ampleur, entrepris dans la région, tels que la mise en place de liaisons ferroviaires et d'autoroutes ainsi que le creusement du tunnel sous la Manche qui ont permis de réviser et d'affiner les connaissances géologiques sur certains terrains.

Cette surprenante géodiversité a donné lieu, depuis les premiers travaux de Guettard (1746) à de très nombreuses publications, plus de 500, dont près du tiers à la Société Géologique du Nord (voir une analyse bibliographique in Blicke *et al.*, 2014). Beaucoup de ces travaux traitent de paléontologie car cette géodiversité s'accompagne d'une exceptionnelle paléobiodiversité. Il n'est donc pas étonnant que la région ait

attiré très tôt l'attention des géologues et des paléontologues. En outre, il convient d'ajouter que beaucoup de ces terrains renferment de très nombreux fossiles dont la conservation se révèle être, dans certains cas, tout à fait exceptionnelle, ce qui a permis par exemple l'observation en lames ultraminces à faces polies de parois de tabulés (Mistiaen, 1989, 1991), la description précise de l'ornementation, de la micro-ornementation et des caractères internes de nombreux brachiopodes (Brice, 1988b, fig. 3-4, pl. 45) et très récemment d'un crâne de poisson actinopterygien, du Frasnien de la Formation de Ferques, particulièrement bien conservé (Giles *et al.*, 2015). Rien que pour le Dévonien, on relève plus de 200 publications (Fig. 1) et le nombre de fossiles qui y sont décrits ou cités, s'élève à plus de 5500 (Fig. 2), ce qui correspond à près de 850 espèces différentes.

III. — ACTIVITES HUMAINES ET DECOUVERTES GEOLOGIQUES

Lorsqu'on analyse la figure 1, on constate que la répartition des publications sur le Dévonien n'est pas uniforme mais qu'elle est en rapport avec des événements historiques (impact des guerres, notamment celle de 1939-45) ou des travaux de grande ampleur entrepris dans la région. Ces événements historiques et ces grands travaux ont aussi des incidences sur les études des autres niveaux stratigraphiques.

1) Le creusement de la voie ferrée Calais-Boulogne

Le journal « l'Impartial » du 30 mai 1862 annonce que la décision vient d'être prise : le tracé de la future ligne de voie ferrée Boulogne – Calais ne sera pas directe mais passera par Marquise. Quelques temps plus tard, le 19 novembre 1862, le « Journal de Calais » n° 1999 nous apprend que les travaux sont en cours et, ce même journal, trois années plus tard, le 25 octobre 1865, précise que l'ouverture pour les transports de voyageurs est prévue le premier janvier 1866. Ainsi, pendant plusieurs années, des affleurements particulièrement intéressants étaient observables le long de cette voie ferrée, notamment dans toute sa traversée du massif paléozoïque de Ferques. Cette possibilité d'observations détaillées s'est manifestement traduite par des découvertes et des publications. Ainsi, entre la création du Dévonien par Sedgwick & Murchison, en 1839, et le creusement de cette tranchée (années 1862-65), en un peu plus de deux décennies, on relève une dizaine de publications traitant du Dévonien du Boulonnais, dans lesquelles une petite centaine de fossiles sont décrits ou cités (Murchison, 1840 ; Delanoue 1851-52 ; Austen, 1853 ; Gosselet, 1860). Par contre, dans un laps de temps équivalent après le creusement, on dénombre une quinzaine de publications, et trois fois plus de fossiles décrits ou cités, en particulier par Rigaux (1865, 1872, 1908).

2) Le creusement de la voie ferrée Caffiers-Ferques

Ouverte en 1975, la tranchée de chemin de fer de Caffiers reliant les carrières du Boulonnais à Ferques, a offert, pendant plusieurs années, des affleurements pratiquement continus de la quasi-totalité de la série dévonienne permettant des observations précises et détaillées, analogues à celles qu'avait pu faire Rigaux plus d'un siècle auparavant. (cf. Wallace, 1969). L'étude de cette coupe a donné lieu à un mémoire (Brice, 1988a) dans lequel sont décrits, par des spécialistes, 415 taxons appartenant à 15 groupes différents dont neuf (*), décrits pour la première fois (spores*, algues calcaires*, foraminifères* et moravaminidés* (un groupe de microfossiles calcaires), acritarches*, chitinozoaires*, stromatopores, coraux tabulés auloporida*, coraux rugueux,

bryozoaires, brachiopodes, mollusques bivalves, échinodermes*, ostracodes, trilobites* et vertébrés). De plus, onze associations et neuf biozones y sont établies.

Les études se sont poursuivies, notamment en liaison avec la création de nouveaux affleurements dans les carrières, donnant lieu à de nouvelles publications (Brice *et al.*, 1989 ; Becker, 2002 ; Mistiaen, 2002 ; Mistiaen *et al.*, 2002 ; Rohart, 2002). Dans la synthèse publiée par Brice *et al.* (2002), on dénombre, toujours dans le Dévonien de Ferques, plus de 780 espèces fossiles référencées. Depuis, une vingtaine de travaux, complétant ou détaillant les études de ces faunes dévoniennes, ont encore été publiés (Brice *et al.*, 2009 ; Mistiaen *et al.*, 2012a-b par exemple). Il en résulte aussi qu'entre les deux éditions de la carte géologique au 1/50 000, feuille de Marquise (Bonte *et al.*, 1971 ; Mansy *et al.*, 2007), l'épaisseur du Dévonien est passée de 570 à 700 m.

3) Le creusement de l'autoroute Calais-Boulogne et de la section sud au-delà de Boulogne vers la Picardie

Ces travaux ont permis la révision du Callovien / Oxfordien inférieur avec la récolte de plusieurs milliers d'ammonites étudiés par D. Marchand et son équipe (Vidier *et al.*, 1993), la découverte d'un Pliosau (pas encore étudié). Ils ont permis aussi de compléter les observations sur le Bathonien alors en cours de révision (Vidier *et al.*, 1995 ; Vidier, 1996), de découvrir un *Ophthalmosaurus* dans le Tithonien, premier signalement dans cet étage (Bardet *et al.*, 1997) et d'apporter de nouvelles observations sur l'importance des variations de faciès dans le Jurassique supérieur. Plus au sud, sur l'aire de stationnement de Dannes-Camier ont été retrouvés les niveaux à *Micraster leskei* et les niveaux de marne typiques de cette partie du Turonien.

4) Le tunnel sous la Manche et la connaissance des terrains du Crétacé

Comme l'indique très clairement le titre choisi par Francis Amédéo pour sa conférence à la SGN en janvier 2007 : « Le tunnel sous la Manche : une chance géologique », le creusement de ce tunnel a aussi constitué une réelle opportunité pour le développement des connaissances géologiques en région boulonnaise. Mais, cette fois, contrairement aux trois exemples précédents dans lesquels les connaissances géologiques sont essentiellement un héritage de travaux effectués, en ce qui concerne le creusement du tunnel sous la Manche, les données géologiques ne sont pas la conséquence mais ont, en partie, précédé le creusement car elles étaient nécessaires pour positionner correctement ce tunnel dans les niveaux géologique appropriés. Cette approche géologique a d'ailleurs débuté très tôt, dès le XIX^e siècle. En effet, comme le souligne Amédéo (2014) dans un article consacré à l'histoire du tunnel et dans lequel il rappelle les principales investigations, Low et Hawkshaw avaient indépendamment suggéré, dès 1867, que seule la « craie bleue », partie inférieure argileuse et imperméable des craies cénomaniennes, pouvait convenir au positionnement du tunnel. Par la suite plusieurs études ont confirmé scientifiquement ce choix (Potier & de Lapparent, 1877), basé notamment sur une cartographie de l'extension des craies cénomaniennes et turoniennes dans le Pas-de-Calais (première carte géologique sous-marine au 1/50 000).

En outre, il convient de souligner que beaucoup des travaux évoqués ci-dessus ont nécessité de grandes quantités de matériaux pour mener à bien les nombreuses opérations de bétonnage et de constructions et aménagements portuaires ou annexes, en lien avec l'autoroute, le tunnel, le site Eurotunnel, et ont eu par conséquent un impact important sur le développement

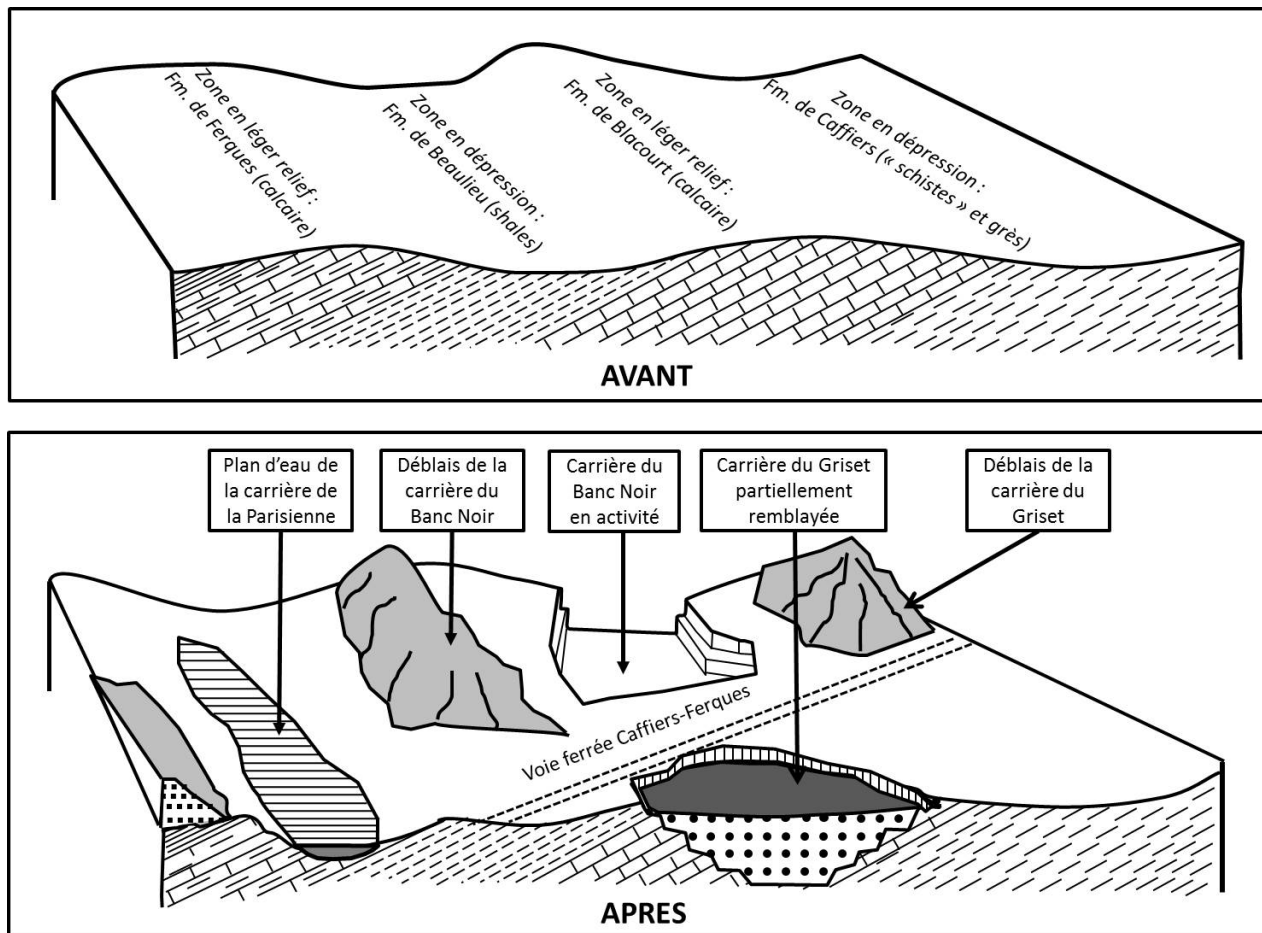


Fig. 3 – Exemple d'inversion de relief due aux activités humaines dans le secteur de Caffiers-Ferques.

Fig. 3 - Example of inverted relief, as a consequence of human activities, in Caffiers-Ferques area.

des carrières de la région. Ainsi, si l'étendue des carrières Stinkal avait très peu évolué entre les travaux scientifiques du début des années 1960 (Le Maître & Devos, 1961a-b ; Devos, 1962, 1963 ; Le Maître & Magne, 1964 ; Magne, 1964) et le début des années 1980, par la suite, très rapidement, cette étendue a plus que triplé, donnant lieu à de nouvelles observations (Brice *et al.*, 1979).

5) Vers une inversion de relief d'origine anthropique

Si des travaux de plus ou moins grande ampleur ont permis historiquement le développement des connaissances géologiques sur la région, certaines activités humaines apportent des modifications morphologiques ou autres, telles que des inversions de relief qui risquent de perturber les connaissances du futur. En géomorphologie, on reconnaît la notion de « relief inversé » ou « inversion de relief » : « Morphologie où les zones topographiquement les plus hautes correspondent aux structures tectoniquement les plus basses, et vice versa » (Foucault *et al.*, 2014). La « dépression boulonnaise » ou Bas-Boulonnais, autrefois appelée « fosse boulonnaise », offre un magnifique exemple de cette inversion : elle correspond au déblayement par l'érosion de la partie axiale d'une structure anticlinale - c'est la définition d'une boutonnière - ici accompagnée de failles.

Par ailleurs, au sein de cette vaste dépression, les zones de collines allongées correspondent à des couches géologiques plus résistantes à l'érosion ou à des ensembles tectoniquement surélevés par rapport aux terrains voisins. Leur direction, autour de N 110° E, permet de déduire l'orientation des contraintes tectoniques qui les ont causées. L'objectif, largement évoqué dans le « Plan de Paysage du Bassin Carrier de Marquise 1994 - 2014 - 2044 » (Geib, 2014) est de préserver ce type de paysage avec notamment ses « collines allongées » qui auront « les mêmes allures et pentes que les collines naturelles du Boulonnais ». Cet objectif est parfaitement louable mais il faudra en tenir compte et l'intégrer dans les analyses géomorphologiques à venir, en parlant de « reliefs anthropiques », car, comme le souligne lui-même le paysagiste Jacques Sgard, lors de la journée à Marquise du 25/11/2014, (article de *la Voix du Nord*, Dupeux, 2014), « on pourra s'y tromper plus tard, et penser qu'elles sont naturelles ».

En voici un exemple concret. Sur le secteur de Caffiers-Ferques, géologiquement, les zones en relief correspondent aux affleurements de roches résistant davantage à l'érosion, en l'occurrence les roches de nature calcaire comme celles qui constituent les formations de Blacourt et de Ferques (Fig. 3). En revanche, les roches qui sont davantage sensibles à l'érosion, telles que les argilites des formations de Caffiers et de Beaulieu, correspondent originellement à des zones en légère dépression.



Fig. 4 – Vue vers le nord-ouest sur la carrière de La Parisienne ennoyée et, latéralement, les déblais des carrières du Banc Noir et du Grisnet. Photo prise le 25/06/2016 depuis la partie sud de la carrière du Bois de Beaulieu.

Fig. 4 - View in direction of northwest on the submerged La Parisienne quarry and laterally, rubbish of the Banc Noir and Grisnet quarries. Photo taken on June 25th, 2016 from the southern part of the Bois de Beaulieu quarry.

Lors d'excursions avec les étudiants, la lecture du paysage pouvait s'effectuer selon cette logique, pour les initier à la géomorphologie. Mais, à la suite des interventions humaines, cette logique géologique est en quelque sorte inversée. Les terrains creusés lors de l'exploitation sont comblés selon les normes en vigueur mais peuvent rester en dépressions ou constituer des plans d'eau ; par contre, lors de l'exploitation, les déblais ou « mort-terrains » ont été bien souvent stockés latéralement, sur les zones argileuses au départ dépressionnaires, leur permettant ainsi d'acquérir un relief artificiel (Fig. 4). Dans un article dont le titre est évocateur « Peut-on discriminer les mouvements naturels et anthropiques qui modifient la topographie ... dans une région à forte activité extractive ? », l'auteur (Meilliez, 2003) évoquait la réalité de « la véritable influence de l'homme sur le façonnement des paysages ».

IV. — DES AFFLEUREMENTS QUI S'AMENUISENT ET DISPARAISSENT

A titre d'exemple, il y a encore une trentaine d'années on dénombrait, sur les territoires de Ferques et de Fiennes, près d'une vingtaine de carrières et d'affleurements de terrains dévoniens (Fig. 5). Actuellement, la grande majorité de ces carrières a disparu, seules subsistent : la carrière du Banc Noir (calcaire de Blacourt, Givétien), encore en activité, la carrière du Grisnet (calcaire de Blacourt, Givétien), en cours de comblement, dont la paroi orientale doit être préservée, et les anciennes carrières du Bois de Beaulieu (calcaire de Ferques, Frasnien). Concernant les carrières, la réglementation en vigueur impose la réhabilitation du site après cessation de l'exploitation. Le site est généralement comblé et reboisé, parfois aménagé et transformé en base nautique ou centre de loisir. Cette réhabilitation doit tenir compte de l'écologie, de la faune, de la flore, du paysage, des écosystèmes et de l'environnement humain ; malheureusement l'aspect patrimoine géologique est rarement pris en considération. Concernant la carrière du Grisnet un projet de protection de la partie supérieure du front de taille

est, a été mis en œuvre dès 1990, puis progressivement élaboré, lors d'échanges avec la direction des carrières, des représentants du Parc Naturel Régional, du Conservatoire des Sites Naturels du Nord - Pas-de-Calais et des membres de l'A.V.D.G.

La quasi-totalité des autres affleurements a complètement disparu, soit parce qu'ils ont été comblés soit qu'ils sont devenus totalement inaccessibles. Depuis de nombreuses années le Conservatoire des Sites Naturels du Nord et du Pas-de-Calais (devenu Conservatoire d'Espaces Naturels du Nord – Pas-de-Calais) travaille au relevé des sites géologiques remarquables de la région. Dans le premier inventaire (Goubet, 1997) cinq sites dévoniens du Boulonnais avaient été retenus et répertoriés, mais actuellement trois d'entre eux (carrières de la Parisienne, du Bois de Beaulieu et tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques, Fig. 5) n'offrent plus d'affleurements géologiques. Depuis, le travail d'inventaire se poursuit.

V. — CONCLUSION : QUEL REGARD PORTONS-NOUS SUR LES CARRIÈRES ?

« Faut-il rappeler que la Nature a aussi une dimension minérale ? » (Barbault, 2011). Bien souvent une carrière est perçue, par le commun des mortels, comme une crevasse, une plaie dans le paysage, une blessure qu'il convient de soigner, de cacher, de recouvrir d'un pansement, de masquer pudiquement par un voile : le couvert végétal. Pour le géologue au contraire, le voile une fois ôté, c'est le vrai visage de la Terre qui se révèle, c'est un œil qui s'ouvre, c'est un échange de regards qui s'établit. Ainsi, par le biais de ces carrières où l'on peut y lire son histoire, peu à peu la Terre se révèle à nous. Aussi, protégeons nos affleurements naturels et artificiels pour que les générations à venir puissent encore observer et poursuivre les découvertes.

Les auteurs de cette note sont tous membres du comité scientifique de l'A.V.D.G. (Association pour la Valorisation du Dévonien au Grisnet). Créée le 13 avril 2006, cette association

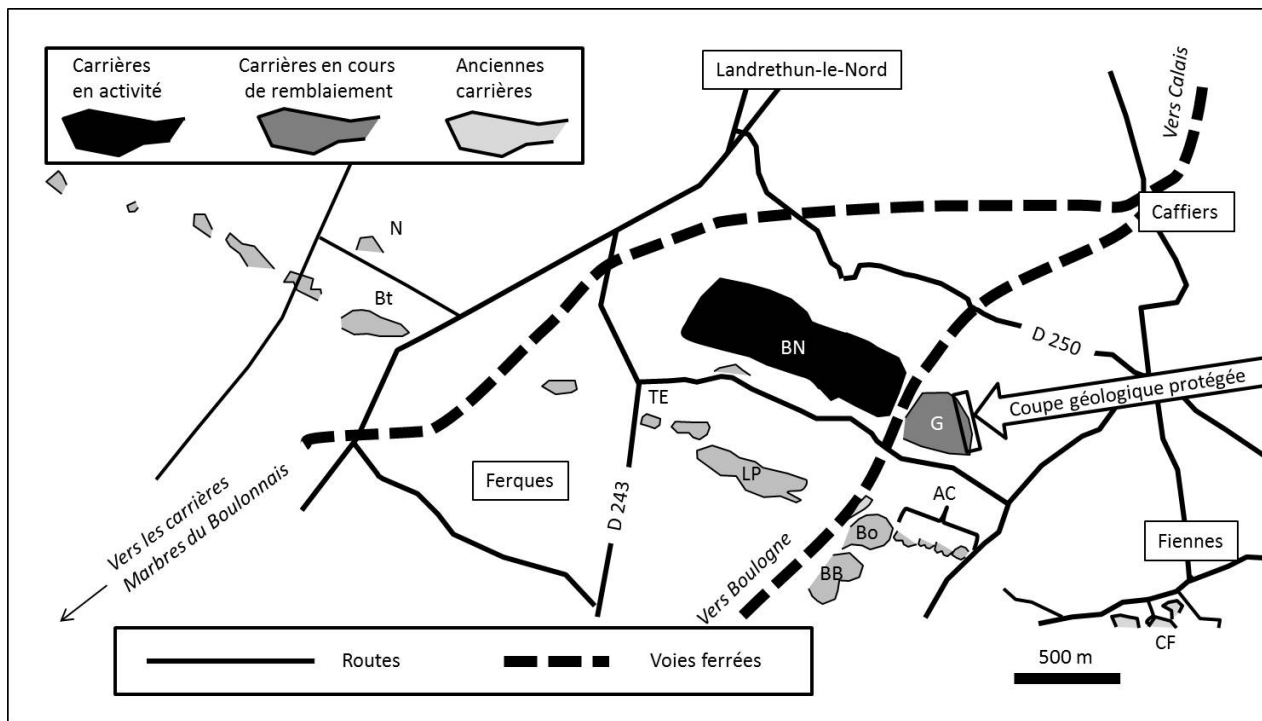


Fig. 5 – Carte des carrières et affleurements actuels et anciens dans le Dévonien de Ferques.

Givétien - Carrières dans la Formation de Blacourt : BN : carrière du Banc Noir (en activité) ; G : carrière du Griset (en cours de comblement, avec le projet de préservation du sommet du front de taille est, projet élaboré en concertation avec la direction des carrières, les responsables du Parc Naturel Régional, du Conservatoire d'Espaces Naturels du Nord - Pas-de-Calais et de l'A.V.D.G.). **Frasnien** - Affleurement dans la Formation de Beaulieu (dolomie des Nocés) : N : Château d'eau de Ferques ; carrières dans la Formation de Ferques : Bo : carrière du Bois ; Bt : carrière Bouton ; CF : carrières du Château de Fiennes ; LP : carrière de la Parisienne ; TE : carrière du Trou d'eau (toutes comblées ou végétalisées, sauf AC : quatre petites anciennes carrières dans le Bois de Beaulieu, d'ouest en est, carrières du tuyau, du milieu, du chien et du bout) ; carrières dans la Formation d'Hydrequent : BB : carrière de la briqueterie de Beaulieu. N.B. Tous les affleurements le long des deux voies ferrées sont actuellement recouverts de végétation et inaccessibles.

Fig. 5 - Map of present and former quarries and outcrops in the Devonian of Ferques Inlier.

Givétien: Quarries in the Blacourt Formation: BN: Banc Noir quarry (in activity); G: Griset quarry (being filled, with the project of preservation of the top of the east face, developed in consultation with the quarry managers, and some representatives of the Parc Naturel Régional, of the Conservatoire d'Espaces Naturels du Nord - Pas-de-Calais and of the A.V.D.G.). **Frasnian:** Outcrop in the Beaulieu Formation (Noces dolomite): N: Ferques water tower; Quarries in the Ferques Formation: Bo: du Bois quarry; Bt: Bouton quarry; CF: Château de Fiennes quarries; LP: la Parisienne quarry; TE: Trou d'eau quarry (all filled or vegetated except AC = four small ancient quarries in the wood of Beaulieu, viz., from West to East, pipe, middle, dog and end quarries); Quarry in the Hydrequent Formation: BB: brickyard of Beaulieu quarry. N.B. All outcrops along both railway tracks are presently covered with vegetation and inaccessible.

s'était fixé comme objectif de sauvegarder une coupe du Dévonien (Givétien) au sommet du flanc est de la carrière du Griset.

Remerciements. — Les auteurs remercient vivement Francis Amédéo (Calais) qui a répondu rapidement à leur demande et a fourni une documentation appropriée concernant les données géologiques en lien avec le creusement du tunnel sous la Manche. Ils sont aussi très reconnaissants envers la direction et tout le personnel des carrières Stinkal pour l'esprit de collaboration qu'ils leur ont toujours manifesté. Ils

tiennent encore à remercier les Carrières du Boulonnais pour les autorisations qui leur ont été accordées pour visiter leurs sites, notamment lors de colloques internationaux. C'est cet esprit de coopération avec les exploitants qui a permis un suivi régulier, durant de nombreuses années, des fronts de taille de différentes carrières. Leurs vifs remerciements s'adressent aussi aux relecteurs, Annie Cornée (Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris) et Jean-François Deconinck (Université de Bourgogne, Dijon), dont les critiques constructives et les remarques pertinentes ont enrichi ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

- AMEDRO F. (2014). – L'historique du tunnel sous la Manche : une brève revue des contributions les plus marquantes. *Travaux du Comité Français d'Histoire de la Géologie (COFRHIGEO)*, 3^{ème} sér., **28** (9) : 159-168.
- AUSTEN G. (1853). — On the series of the Upper Palaeozoic Groups in the Boulonnais. *Quarterly Journal of the Geological Society*, London, **9** : 231-245.
- BARBAULT R. (2011). — Des ouvertures pour la biodiversité. In : Gestion et aménagement écologiques des carrières de roches massives. Guide pratique à l'usage des exploitants de carrières. *Les études de l'UNICEM - Nature et Paysage*, Juin 2011, REA A5 11 G : 2 ; also World Wide Web address : http://2dggf.dk/publikationer/dgf_on_line/vol_1/bardet.htm (consulté le 18/07/2016).
- BARDET N., DUFFAUD S., MARTIN M., PEREDA SUBERBIOLA X. & VIDIER J.-P. (1997). — Discovery of the ichthyosaur *Ophthalmosaurus* (Reptilia) in the Late Jurassic of the Boulonnais. Geological Society of Denmark, Copenhagen. *DGF On Line Series 1*, April 1997; World Wide Web address : http://2dggf.dk/publikationer/dgf_on_line/vol_1/bardet.htm (consulté le 17/06/2016).
- BECKER R.T. (2002). — Frasnian goniatites from the Boulonnais (France) as indicators of regional sea-level changes. *Annales de la Société Géologique du Nord*, 2e série, **9** (2) : 129-140.
- BLIECK A. avec la collaboration de BRICE D., CHARVET J., CUVELIER J., DE BAERE J.-P., DHAINAUT A., MATRION A., MEILLIEZ F., MISTIAEN B., OUDOIRE T., RICOUR J., SOMME J. & TRENTESAUX A. (2014). — La Société Géologique du Nord et les sciences de la Terre dans le nord de la France : science, industrie et société. In : BLIECK, A. & DE BAERE, J.-P. (eds), La Société géologique du Nord et l'histoire des sciences de la Terre dans le nord de la France. *Mémoires de la Société Géologique du Nord*, **XVII** : 3-40.
- BONTE A. (1969) - Le Boulonnais. *Annales de la Société géologique du Nord*. **LXIX** : 23-46.
- BONTE A., BROQUET P., HOYEZ B., HATRIVAL J.-N., LEROUX B., RÉSENDE S., SAVARY M., THIBAUT P.-M., DESTOMBES J.-P., SOMME J. & GOULLIART M. (1971). — Première édition de la carte géologique de France au 1/50 000, feuille de Marquise. 1ère édition. B.R.G.M. édit., Orléans : 23 p.
- BRICE D. ed. (1988a). — *Le Dévonien de Ferques. Bas-Boulonnais (N. France). Paléontologie – Sédimentologie – Stratigraphie – Tectonique*. Collection « Biostratigraphie du Paléozoïque », Université de Bretagne occidentale édit., Brest, **7** : 522 p.
- BRICE D. (1988b). — Brachiopodes du Dévonien de Ferques (Boulonnais-France). In : BRICE D. (ed.), *Le Dévonien de Ferques, Bas-Boulonnais (N. France). Paléontologie – Sédimentologie – Stratigraphie – Tectonique*. Collection « Biostratigraphie du Paléozoïque », Université de Bretagne occidentale édit., Brest, **7** : 323-395.
- BRICE D., BULTYNCK P., DEUNFF J., LOBOZIAK S. & STREEL M. (1979). — Données biostratigraphiques nouvelles sur le Givétien et le Frasnien de Ferques (Boulonnais, France). *Annales de la Société Géologique du Nord*, **XCVIII** : 325-344.
- BRICE D., MILHAU B., MISTIAEN B., ROHART J.-C. & VIDIER J.-P. (1989). — Le Givétien supérieur (Dévonien) à Ferques (Boulonnais-France): observations nouvelles. *Annales de la Société Géologique du Nord*, **CVII** : 113-123.
- BRICE D., MISTIAEN B. & ROHART J.-C. (2002). — Progrès dans la connaissance des flores et faunes dévoniennes du Boulonnais (1971-2001). *Annales de la Société Géologique du Nord*, 2e série, **9** : 61-74.
- BRICE D., MOTTEQUIN B. & LOONES C. (2009). — Découverte de nouveaux brachiopodes dans le Givétien (Dévonien) du Boulonnais (N. France). *Annales de la Société Géologique du Nord*, 2^e série, **15** : 1-14.
- COLBEAUX J.-P. (1985). — Présentation géographique. In : COLBEAUX J.-P. coord., *Géologie du Boulonnais*. Science et Nature, Parc Naturel Régional du Nord – Pas-de-Calais édit., **3** : 13-16.
- COLBEAUX J.-P., AMEDRO F., BERGERAT F., BRACQ P., CRAMPON N., DELEY F., DUPUIS C., LAMOUROUX C., ROBASZYNSKI F., SOMME J., VANDYCKE S. & VIDIER J.-P. (1993). — Un enregistreur des épisodes tectoniques dans le bassin de Paris : le Boulonnais. *Journal of Structural Geology*, **5** (2) : 139-152.
- COLBEAUX J.-P., DUPUIS C., ROBASZYNSKI F., AUFFRET J.-P., HAESAERTS P. & SOMMÉ J. (1980). — Le détroit du Pas-de-Calais : un élément dans la tectonique de blocs de l'Europe nord-occidentale. *Bulletin d'information des Géologues du Bassin de Paris*, **17** (4) : 41-54.
- COLBEAUX J.-P. & LEPLAT J. (1985). — Tectonique. In : COLBEAUX J.-P. coord., *Géologie du Boulonnais*. Science et Nature, Parc Naturel Régional du Nord – Pas-de-Calais édit., **3** : 117-129.
- DELANOUE J. (1851-52). — Des terrains paléozoïques du Boulonnais, et de leur rapport avec ceux de la Belgique. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 2e série, **9** : 399-406.
- DEVOS I. (1962). — *Contribution à l'étude du Givétien et du Frasnien du Boulonnais*. D. E. S. de l'Université de Lille : 1-86. [inédit]
- DEVOS I. (1963). — Etude statistique de *Cyrtospirifer supradisjunctus* (W.A. OBRUTSCHEW). *Annales de la Société Géologique du Nord*, **LXXXII** : 185-201.
- DUPEUX E. (2014). — Bassin carrier de Marquise : le plan de paysage réactualisé pour 30 ans. *La Voix du Nord*, 26/11/2014 ; World Wide Web address : <http://www.lavoixdunord.fr/region/bassin-carrier-de-marquise-le-plan-de-paysage-ia31b49062n2514991> (consulté le 19/04/2016).
- FOUCAULT A., RAOULT J.-F., CECCA F. & PLATEVOET B. (2014). — *Dictionnaire de Géologie*. 8e édition. Dunod édit., Paris : 396 p.
- GEIB J.-P. (2014). — *Le plan de paysage du Bassin carrier de Marquise 1994 – 2014 – 2044*. Parc naturel régional des Caps et Marais d'Opale édit., Le West (Pas-de-Calais) : 24 p. ; also World Wide Web address : www.unicem.fr/tpl/download.php?id=2786 (consulté le 18/07/2016).
- GILES S., DARRAS L., BLIECK A. & FRIEDMAN M. (2015) - An exceptionally preserved Late Devonian actinopterygian provides a new model for primitive cranial anatomy in ray-finned fishes. *Proceedings of the Royal Society. B* **282**: 20151485. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2015.1485> (consulté le 13/07/2016).
- GOSELET J. (1860). — *Mémoire sur les terrains primaires de la Belgique, des environs d'Avnes et du Boulonnais*. Imprimerie de L. Martinet édit., Paris : 164 p.
- GOUBET P. ed. (1997). — *Sites géologiques remarquables du Nord - Pas-de-Calais. Inventaire. Stratégie régionale de préservation et de mise en valeur*. Conservatoire des sites naturels du Nord et du Pas-de-Calais édit., Villeneuve d'Ascq : 130 p.
- GUETTARD J.-E. (1746). — Mémoire et carte minéralogique sur la nature des terrains [sic] qui traversent la France et l'Angleterre. *Mémoire de l'Académie Royale des Sciences*. Année 1746 : 363-392.
- LE MAÎTRE D. & DEVOS I. (1961a). — Observations nouvelles sur le Dévonien du massif de Ferques en Boulonnais. *Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences*, Paris, **252** : 761-763.
- LE MAÎTRE D. & DEVOS I. (1961b) – Le Dévonien de la Carrière du « Banc Noir » (Massif de Ferques: Boulonnais). Note préliminaire. *Annales de la Société Géologique du Nord*, **LXXXI** : 63-64.
- LE MAITRE D. & MAGNE F. (1964). — Le Dévonien des carrières du «Banc Noir» et du «Griset» (Boulonnais). *Annales de la Société Géologique du Nord*, **XCIV** : 129-131.
- MAGNE F. (1964). — *Données micropaléontologiques et stratigraphiques dans le Dévonien du Boulonnais (France) et du Bassin de Namur (Belgique)*. Thèse de doctorat de 3e cycle, Paris. 2 fascicules : 1-172.
- MANSY J.-L., GUENNOU P., ROBASZYNSKI F., AMÉDRO F., AUFFRET J.-P., VIDIER J.-P., LAMARCHE J., LEFÈVRE D., SOMMÉ J., BRICE

- D., MISTIAEN B., PRUD'HOMME A., ROHART J.-C. & VACHARD D. (2007). — Seconde édition de la carte géologique de France au 1/50 000, feuille de Marquise. B.R.G.M. **édit.**, Orléans : 212 p.
- MANSY J.-L., MANBY G.-M., AVERBUCH O., EVERAERTS M., BERGERAT F., VAN VLIET-LANOË B., LAMARCHE J. & VANDYCKE S. (2003). — Dynamic and inversion of the Mesozoic Basin of the Weald-Boulonnais area: role of basement reactivation. *Tectonophysics*, **373** : 161-179.
- MEILLIEZ F. (2003). — Peut-on discriminer les mouvements naturels et anthropiques dans une région à forte activité extractive ? In : Géologie, patrimoine et environnement en Nord Pas-de-Calais (Colloque, Lille, novembre 2002). Résumés : 44-45.
- MISTIAEN B. (1989). — Importance de la symétrie d'ordre douze chez les Tabulata. *Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences*, Paris, **308**, série 2 : 451-456.
- MISTIAEN B. (1991). — *Dendropora explicita* MICHELIN, 1846 et *D. briceae* nov. sp. (Tabulata) dans leur localité type, le Boulonnais. Présence du genre en Afghanistan. *Geobios*, **24** (2) : 141-155.
- MISTIAEN B. (2002). — Stromatopores et coraux tabulés du Membre des Pâtures, Formation de Beaulieu (Frasnien de Ferques, Boulonnais). *Annales de la Société Géologique du Nord*, 2e série, **9** : 85-90.
- MISTIAEN B., BECKER R.T., BRICE D., DEGARDIN J.-M., DERYCKE C., LOONES C. & ROHART J.-C. (2002). — Données nouvelles sur la partie supérieure de la Formation de Beaulieu (Frasnien de Ferques, Boulonnais, France). *Annales de la Société Géologique du Nord*, 2e série, **9** : 75-84.
- MISTIAEN B., BRICE D., LOONES C. & DE SOUSA A. (2012a). — Un affleurement temporaire exposant le contact entre les Formations de Beaulieu et de Ferques (Frasnien, Boulonnais). *Annales de la Société Géologique du Nord*, 2e série, **19** : 1-9.
- MISTIAEN B., BRICE D., ZAPALSKI M.-K. & LOONES C. (2012b). — Brachiopods and their auloporid epibionts in the Devonian of Boulonnais (France): Comparison with other associations globally. In: TALENT J.A. ed., *Earth and Life, Global Biodiversity, Extinction Intervals and Biogeographic Perturbations Through Time*. Springer Verlag : 155-188.
- MURCHISON R.I. (1840). — Description de quelques-unes des coquilles fossiles les plus abondantes dans les couches dévoniennes du bas Boulonnais. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 1ère série, **11** : 250-262.
- OLRY A. (1904). — Topographie souterraine du Bassin houiller du Boulonnais ou Bassin d'Hardinghen. *Etude des gîtes minéraux de la France*, **6** : 1-240.
- POTIER A. & LAPPARENT A. DE (1877). — Rapport sur l'exploration géologique sous-marine du Pas-de-Calais. In : LAVALLEY A., LAROUSSE E., POTIER A. & LAPPARENT A. de, *Chemin de fer sous-marin entre la France et l'Angleterre. Rapports sur les explorations faites en 1875 et 1876*. Chaix **édit.**, Paris : 33-55.
- RIGAUX E. (1865). — Notice stratigraphique sur le bas Boulonnais. *Bulletin de la Société Académique de Boulogne-sur-Mer*, **4** : 95-123.
- RIGAUX E. (1872). — Notes pour servir à la géologie du Boulonnais. I - Description de quelques brachiopodes du terrain Dévonien de Ferques. *Mémoire de la Société Académique de Boulogne-sur-Mer*, **5** : 3-27.
- RIGAUX E. (1908). — Le Dévonien de Ferques et ses brachiopodes. Deligny **édit.**, Boulogne-sur-Mer : 33 p.
- ROHART J.-C. (2002). — Coraux Rugueux du Membre des Pâtures, Formation de Beaulieu (Frasnien de Ferques). *Annales de la Société Géologique du Nord*, 2e série, **9** (2) : 111-128.
- SEDGWICK A. & MURCHISON R.-I. (1839). — On the classification of the older rocks of Devonshire and Cornwall. *Proceedings of the Geological Society of London*, **3** : 121-123.
- THOMAS P. & VIDIER D. (2014). — La plus grande carrière de France : les Carrières du Boulonnais (Pas-de-Calais). World Wide Web address: <http://planet-terre.ens-lyon.fr/image-de-la-semaine/img471-2014-09-29.xml> (consulté le 24/05/2016).
- VAN VLIET-LANOË B., GOSSELIN G., MANSY J.-L., BOURDILLON C., MEURISSE-FORT M., HENRIET J.-P. LE ROY P. & TRENTESAUX A. (2010). — A renewed Cenozoic story of the Strait of Dover. *Annales de la Société Géologique du Nord*, 2e série, **17** : 59-80.
- VAN VLIET-LANOË B., MANSY J.-L., HENRIET J.-P., LAURENT M. & VIDIER J.-P. (2004). — Une inversion tectonique cénozoïque par étapes : le Pas de Calais. *Bulletin de la Société Géologique de France*, **175** (2) : 175-195.
- VIDIER J.-P. (1996). — Modalité de la transgression médio-jurassique sur la bordure méridionale du Massif Londres-Brabant (Nord de la France). *Stratigraphie du Dogger de la région de Marquise (Boulonnais)*. Diplôme d'étude et de recherche, Université de Bourgogne, Centre des Sciences de la Terre: 190 p. [inédit]
- VIDIER J.-P., GARCIA L.P., THIERRY J. & FAUCONNIER D. (1995). — Le Dogger du Boulonnais (Nord du bassin de Paris) : nouveaux découpages chronologique et séquentiel des formations carbonatées jurassiques en bordure du massif de Londres-Brabant. *Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences*, **320**, série IIa : 219-226.
- VIDIER J.-P., MARCHAND D., BONNOT A. & FORTWENGLER D. (1993). — The Callovian and the Oxfordian of the Boulonnais area in Northern France: new biostratigraphical data. *Acta Geologica Polonica*, **43** : 169-182.
- WALLACE P. (1969). — The sedimentology and palaeoecology of the Devonian of the Ferques inlier, northern France. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, **125** : 83-124.

Mémoire n° XVII – La Société géologique du Nord et l'histoire des sciences de la Terre dans le nord de la France

The Société géologique du Nord and history of Earth Sciences in northern France

La Société géologique du Nord, éditeur depuis 1870, a publié entre 1876 et 1983 vingt-cinq *Mémoires* réunis en seize tomes. Ceux-ci traitent de sujets de géologie sédimentaire, allant de la description de terrains du Paléozoïque-Mésozoïque-Cénozoïque à la géologie appliquée, en passant par la paléontologie, la pétrographie sédimentaire, le Quaternaire, et même la préhistoire. Avec ce tome XVII, la SGN reprend la publication des *Mémoires* sur un sujet nouveau : l'histoire de la Société et celle de sa discipline dans le contexte du Nord – Pas-de-Calais et des régions franco-belges environnantes. Ce *Mémoire XVII* (paru en décembre 2014) retrace 143 années de la SGN en relation avec les entreprises industrielles, les associations et les institutions régionales.



© Alain Trentesaux 2006

Sommaire / Contents

La Société géologique du Nord et les sciences de la Terre dans le nord de la France : science, industrie et société.
Les dix premières années de la SGN et sa place dans la société en cours d'industrialisation du XIXe siècle.
Les financements de la Faculté des sciences de Lille par les compagnies minières : un simple échange de bons procédés ?
Le rôle des ingénieurs des mines dans la vie industrielle, scientifique et sociale : l'exemple de Félix Broussier (1874 - 1938).
Plus d'un siècle de femmes à la Société géologique du Nord : un reflet de leur place dans l'enseignement supérieur et la recherche française.
Le laboratoire de Géologie, la Société géologique du Nord et le Musée d'histoire naturelle de Lille – Souvenirs d'un étudiant de géologie à Lille pendant l'Occupation (mai 1940 - juin 1944).
René Marlière (1905 – 1993), président de la Société géologique du Nord en 1955 et professeur de géologie à la Faculté polytechnique de Mons (Belgique), 1928-1970.
La Société géologique du Nord et le Tunnel sous la Manche : une petite histoire commune.
La Société géologique en 1960 – une évocation personnelle.
La période dinaro-hellénique de la Société géologique du Nord.
D'une présidence à l'autre (1971 – 1996-97) : l'un des objectifs de la Société géologique du Nord évolue vers la sauvegarde du patrimoine.
Le rôle de la Société géologique du Nord et de ses publications dans l'évolution des connaissances sur le Quaternaire.
Les peintures murales de l'Institut des sciences naturelles à Lille, un patrimoine géologique à préserver.
La bibliothèque recherche des sciences de la Terre de l'Université de Lille au fil du temps : historique du patrimoine, un fonds au service de la communauté scientifique.
Le département de géologie du Musée d'histoire naturelle de Lille, des collections à l'image de l'histoire géologique régionale.

Commande / Order

Société Géologique du Nord, à l'attention du Directeur de la publication
c/o Université de Lille – Sciences et technologies, bâtiment SN5 (Sciences de la Terre)
F-59655 Villeneuve d'Ascq cedex (France)
E-mail : sgn-edition@univ-lille1.fr
Tél. : 03 20 43 41 40 / +33 (0)3 20 43 41 40
Prix / Price : 40 € TTC + 4 € de frais de port et emballage si le volume n'est pas pris au dépôt

MICROSPHERULES FROM THE GIVET LIMESTONE IN THE GIVETIAN HISTORICAL TYPE AREA (ARDENNES, FRANCE): DESCRIPTION AND SIGNIFICANCE

Des microsphérules dans le Calcaire de Givet de la région-type historique du Givétien (Ardennes, France) : description et signification

par Sébastien MAILLET (*, **) & Bruno MILHAU (**)

Abstract. – For the first time around the world, glassy and ferrous microspherules associated with glass-like carbon elements are reported in the Givetian. Three levels providing microspherules are described herein, located in the Trois-Fontaines, Terres d’Hairs and Fromelennes formations in the Givet historical type-area (Ardennes). A total of 142 spherules have been extracted from these three levels. With an average diameter of 350 μm , they exhibit a large panel of forms and colours. Chemical quantifications and cartographies performed under ESEM and electronic microprobe show that silica, aluminium and iron are the main components. In detail, microspherules show diverse chemical compositions; some of them show micro-inclusions chemically different of the glass-matrix, internal vesicles or also a heterogeneous glass matrix. The natural origin of these microspherules is established and their formation(s) – volcanism vs. impact – is discussed. Moreover, the spherules show several features of microtektites and their association with glass-like carbon may be evidence for several asteroid impacts during the Givetian. As singular and instantaneous deposits on wide areas, these levels should be excellent chronostratigraphic tools useful for superregional to global correlations.

Résumé. – Pour la première fois à travers le monde, des microsphérules vitreuses et ferreuses associées à des éléments de carbone vitrifiés sont signalées dans le Givétien. Trois niveaux centimétriques fournissant des microsphérules sont décrits dans cette étude, localisés au sein des formations givétiennes des Trois-Fontaines, des Terres d’Hairs et de Fromelennes dans la région-type historique de Givet (Ardennes). Au total, 142 microsphérules ont été extraites pour ces trois niveaux. D’un diamètre moyen de 350 μm , elles présentent un grand panel de formes et de couleurs. Des quantifications et cartographies chimiques, effectuées au MEB et à la microsonde électronique, mettent en avant que la silice, l’aluminium et le fer sont les éléments chimiques globalement dominants. Dans le détail, les microsphérules présentent des compositions chimiques diversifiées et certaines montrent également des inclusions de nature chimique différente de la matrice les contenant, des vésicules ou encore une matrice chimiquement hétérogène. Le caractère naturel de ces microsphérules est établi et leur(s) origine(s) – volcanisme ou impact – est discutée. De plus, les sphérules possèdent des caractéristiques de microtektites et leur association avec du carbone vitrifié pourrait être la preuve de plusieurs impacts extraterrestres durant le Givétien. En tant que dépôts particuliers et instantanés sur de grandes étendues géographiques, ces niveaux pourraient constituer un puissant outil chronostratigraphique utile pour des corrélations suprarégionales à globales.

Key words. – Middle Devonian, glassy microspherules, glass-like carbon, instantaneous deposit, impact.

Mot-clés. – Dévonien moyen, microsphérules vitreuses, carbone vitrifié, dépôt instantané, impact.

I. – INTRODUCTION

Microspherules are unusual deposits through the geological record. Their origin and significance, although often difficult to determine precisely, have to be questioned since they can be either natural (biological or mineral) or an artificial product. Especially, if natural and mineral, microspherules can be the witness of punctual outstanding phenomena as volcanism or impact. The main purpose of this paper is to report the presence of glassy and ferrous microspherules in three levels from Lower and Middle Givetian carbonate deposits of the Givetian historical stratotype area (Givet, Ardennes, France). Furthermore, if the Givetian is a period of environmental changes punctuated by several biotic events and crisis (House, 2002; Boulvain *et al.*, 2009; Maillet, 2013), aim of this paper is not to argue for a

doubtful relation between the presence of such microspherules and Givetian events, but is only to describe the material and to discuss about its possible origin.

Despite numerous geological studies made in Ardenne for two hundred years, this is the first time that microspherules are reported in Givetian deposits of this area. However, microtektites have been found around the Frasnian/Famennian boundary in Hony and Senzeille areas (Claeys & Casier, 1994; Claeys *et al.*, 1992). So far, except microtektites found at the Eifelian/Givetian boundary in Morocco (Ellwood *et al.*, 2003; Schmitz *et al.*, 2006) and at the Givetian/Frasnian boundary in North America (Isachsen, 1998), no work has reported microspherules within Givetian deposits around the world.

(*) Université de Lille – Sciences & Technologies, CNRS - UMR 8198 Evo-Eco-Paléo, F-59655 Villeneuve-d’Ascq ; Sebastien.Maillet@univ-lille1.fr

(**) Université Catholique de Lille, Institut Catholique de Lille, Faculté de Gestion, Economie & Sciences, 58 rue du Port, F-59016 Lille cedex ; bruno.milhau@univ-catholique.fr

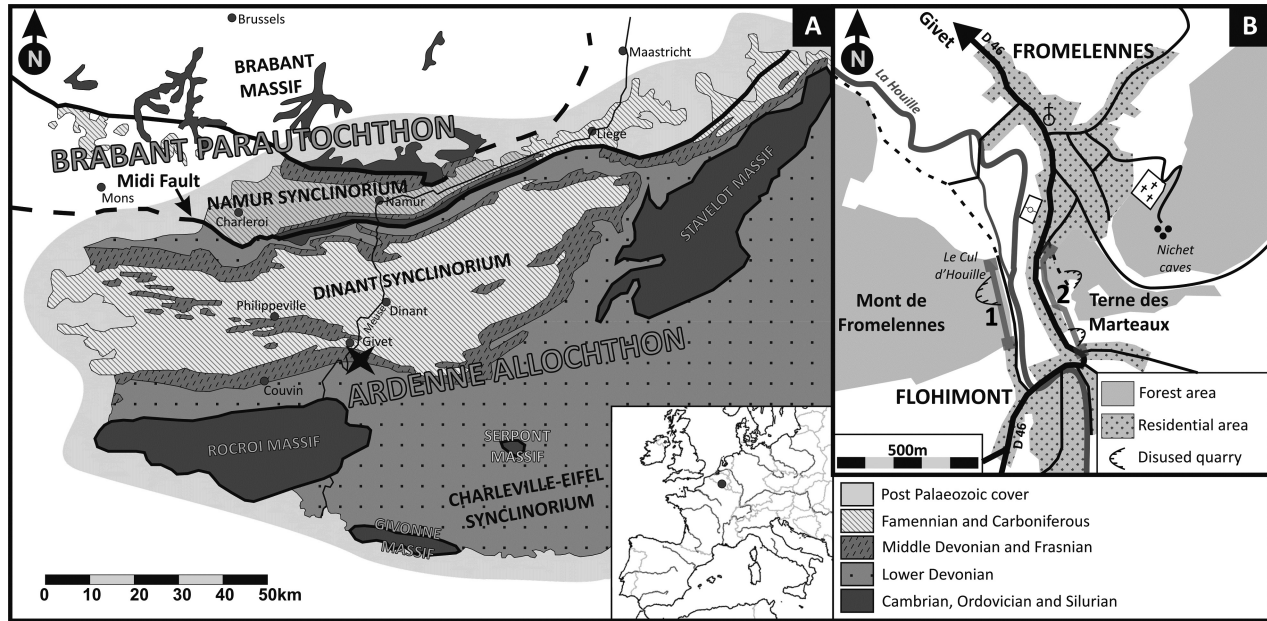


Fig. 1. – Geological and geographical settings. A: Ardenne structural units (adapted from Bultynck, 2001). The dark star indicates the Fromelennes area; B: Location map of the studied sections (1: Cul d'Houille section; 2: Flohimont section).

Fig. 1. – Contextes géologique et géographique. A : Unités structurales de l'Ardenne (modifié d'après Bultynck, 2001). L'étoile noire indique la région de Fromelennes ; B : Carte de situation des coupes étudiées (1 : coupe du Cul d'Houille ; 2 : coupe de Flohimont).

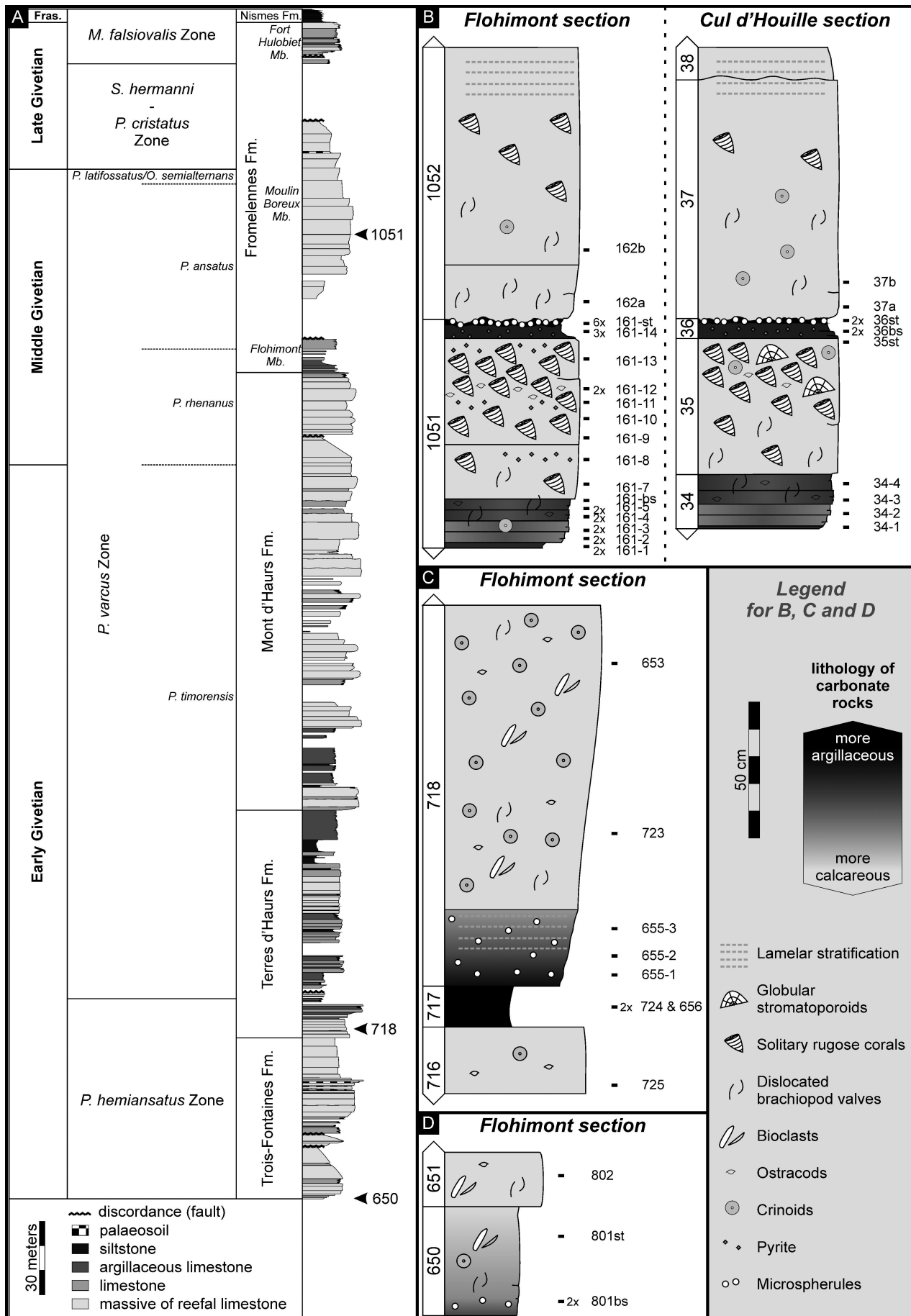
II. – GEOGRAPHICAL AND GEOLOGICAL SETTINGS

The Givet area (Ardennes, France) is the historical stratotype for the Givetian geological stage. It belongs to the southern border of the Dinant Synclinorium (Ardenne Allochthon; Fig. 1A). In this area, the Givetian is exposed through a 500 m-thick carbonate sequence. This sequence encompasses the upper part of the Hanonet Formation (Fm.), the entire Givet Group (Trois-Fontaines Fm., Terres d'Haus Fm., Mont d'Haus Fm.

and Fromelennes Fm.) and the extreme base of the Nismes Formation. Two sections near Fromelennes, few kilometres southwards to Givet, have been studied. The Flohimont section, along the road D46 between Fromelennes and Flohimont, is located eastwards to the Houille River (Fig. 1B); the Givet Group and the base of the Nismes Fm. are particularly well exposed in this outcrop (Fig. 2A; Boulvain *et al.*, 2009; Maillet, 2013). The Cul d'Houille section is located along the western bank of the Houille river (Fig. 1B); the upper part of the Mont

Fig. 2. – The microspherule levels. A: Synthetic stratigraphical column of the Flohimont section. The three microspherule-bearing beds (650, 718 and 1051) are indicated. The conodont zonation is adapted from Gouwy & Bultynck (2003). B: Detail of the microspherule level of the Moulin Boreux Member (Fromelennes Formation) in the Flohimont and the Cul d'Houille sections. Bed 1051 in the Flohimont section is a fine grained-limestone sometimes slightly dolomitized. It can be subdivided into three parts, correlated to the beds 34, 35 and 36 of Hubert & Pinte (2009) in the Cul d'Houille section. The basal part overlies a brown clayey seal and shows a plate-splitting argillaceous limestone with rare crinoids, disarticulated brachiopod valves and small fluorine crystals. The median part shows a massive grey dolomitized limestone with abundant badly preserved rugose corals, disarticulated brachiopod valves, ostracods (*Cryptophyllus* sp. 3 *sensu* Magne, 1964) and small pyrite crystals. The top part is relatively thin and shows a dark and argillaceous limestone containing abundant small pyrite and fluorine crystals, overlain by a black clayey seal of variable thickness (some mm to some cm) containing microspherules. C: Detail of the microspherule level of the Terres d'Haus Formation in the Flohimont section. Bed 718 in the Flohimont section is located some metres above the basal biostrome defining the base of the Terres d'Haus Formation. Overlying a 20 cm-thick dark clayey level, the basal part of the bed 718 is a 30 cm-thick argillaceous limestone containing microspherules. It is overlain by a more massive, dolomitized and bioclastic limestone of about 1 m-thick providing abundant crinoids. D: Detail of the microspherule level of the Trois-Fontaines Formation in the Flohimont section. Bed 650 is the first bed of the Flohimont section. This 40 cm-thick dolomitized limestone, slightly bioclastic, exhibits a more argillaceous basal part which contains microspherules.

Fig. 2. – Les niveaux à microsphérules. A: Colonne stratigraphique synthétique de la coupe de Flohimont. Les trois bancs à microsphérules (650, 718 et 1051) sont indiqués. La biozonation à conodontes est adaptée de Gouwy & Bultynck (2003). B: Détail du niveau à microsphérules du Membre du Moulin Boreux (Formation de Fromelennes) dans les coupes de Flohimont et du Cul d'Houille. Le banc 1051 de la coupe de Flohimont se présente sous la forme d'un calcaire à grain fin parfois légèrement dolomitique. Ce banc peut être divisé en trois parties, corrélées aux bancs 34, 35 et 36 de Hubert & Pinte (2009) de la coupe du Cul d'Houille. La partie basale, surmontant un joint argileux marron, montre un calcaire argileux à débit en plaquettes, fournissant de rares crinoïdes, des valves désarticulées de brachiopodes et de petits cristaux de fluorine. La partie médiane se caractérise par un calcaire dolomitisé massif gris, contenant d'abondants coraux rugueux mal préservés, des valves désarticulées de brachiopodes, des ostracodes (*Cryptophyllus* sp. 3 *sensu* Magne, 1964) et de petits cristaux de pyrite. La partie supérieure est relativement peu épaisse et montre un calcaire argileux sombre avec d'abondants petits cristaux de pyrite et de fluorine, surmonté par un joint argileux noir d'épaisseur variable (quelques mm à quelques cm) contenant d'abondantes microsphérules. C: Détail du niveau à microsphérules de la Formation des Terres d'Haus dans la coupe de Flohimont. Le banc 718 de la coupe de Flohimont est situé quelques mètres au dessus du biostrome définissant la base de la Formation des Terres d'Haus. Située immédiatement au dessus d'un niveau argileux sombre d'environ 20 cm d'épaisseur, la partie basale du banc 718 est un calcaire argileux d'environ 30 cm d'épaisseur, contenant des microsphérules. Celle-ci est surmontée d'un calcaire dolomitisé plus massif et bioclastique, d'environ 1 m d'épaisseur et fournissant d'abondant crinoïdes. D: Détail du niveau à microsphérules de la Formation des Trois-Fontaines dans la coupe de Flohimont. Le banc 650 constitue le premier banc de la coupe de Flohimont. Il d'agit d'un calcaire dolomitisé légèrement bioclastique, d'environ 40 cm, dont la partie basale, plus argileuse, fournit des microsphérules.



d’Hurs Fm. and the Fromelennes Fm. are exposed (Hubert & Pinte, 2009; Maillet, 2013). Both sections are stratigraphically complementary (Maillet *et al.*, 2011, 2013) and expose the Fromelennes Fm. stratotype (Bultynck *et al.*, 1991).

In the Fromelennes area, the base of the Givetian is missing and the carbonate sequence begins with the Trois-Fontaines Fm., with a faulted base. Thick dolomitized limestones (beds frequently thicker than 1 metre) and some palaeosoils characterize this 60 m-thick formation. Then, a metre-thick biostromal bed with abundant *Pachyfavosites polymorphus* (Goldfuss, 1829) indicates the base of the Terres d’Hurs Fm., a 80 m-thick formation composed of thin argillaceous limestones beds alternating with some dolomitized limestones. Above, a thick biostrome with abundant *Heliolites* Dana, 1846 tabulate corals defines the base of the Mont d’Hurs Fm., a 180 m-thick formation exposing an alternation of thin argillaceous beds and massive reefal limestones and biostromes. It is overlain by the 140 m-thick Fromelennes Fm., subdivided into three ‘members’: the Flohimont Member (30 m of argillaceous limestones), the Moulin Boreux Member (85 m of massive dolomitic and reefal limestones) and the Fort Hulobiet Member (25 m of argillaceous and nodular limestones). The first bed of the Fromelennes Fm. is a brachiopod coquina argillaceous limestone (Maillet *et al.*, 2010). Finally, siltstones providing large-sized brachiopods (= ‘Zone des Monstres’ of Gosselet, 1871) belong to the base of the Nismes Fm.

A conodont biozonation has been precisely established in the Givet area by Gouwy & Bultynck (2003). However, the Givetian-Frasnian boundary is still discussed by the Subcommittee on Devonian Stratigraphy. Based on the Frasnian Event, this boundary was originally defined by the first occurrence of *Ancyrodella rotundiloba rotundiloba* (Klapper *et al.*, 1987). Currently, some authors place this boundary lower, at the first occurrence of the genus *Ancyrodella* (with *A. soluta*, *A. pristina*, *A. binodosa*), coinciding with the middle part of the lower *Mesotaxis falsiovalis* Zone (Casier & Pr at, 2007; Gouwy & Bultynck, 2003; Narkiewicz & Bultynck, 2010; Tsyganko, 2009). We take into consideration this new definition here: in the Fromelennes area, *A. binodosa* is known at the base of the Nismes Fm. while *A. rotundiloba rotundiloba* appears 1 m above (Bultynck, 1974; Bultynck & Coen, 1982).

III. – MATERIAL AND METHODS

1) Sampling and collected material

A bed by bed sampling was performed in the two studied sections, with 532 samples collected throughout the entire Givetian carbonate sequences. Initially, each rock sample was processed using the hot acetolysis method (Crasquin-Soleau *et al.*, 2005; Lethiers & Crasquin, 1988; Milhau, 1984) in order to analyze microfaunas, and especially ostracods (see Maillet, 2013; Maillet *et al.*, 2013). After a sorting under binocular lens, four samples among the 532 provided microspherules: samples 161st (Fig. 2B), 655 (Fig. 2C) and 801bs (Fig. 2D), respectively corresponding to the beds 1051, 718 and 650 in the Flohimont section (Fig. 2A), and sample 36st, corresponding to the bed 36 in the Cul d’Houille section (see Fig. 2B; Hubert & Pinte, 2009; Maillet, 2013). Then, about 40 additional samples were collected at different levels of these four beds to localize more precisely the microspherules (see description of horizons below) and to get more material. These new samples were attacked with chlorhydric acid.

A total of 142 microspherules has been extracted. Most of them show a perfect spherical shape with a smooth glassy surface. Their sizes range from 140 to 620 μm in diameter. The largest part of the microspherules is colourless and transparent, with an average-diameter of 350 μm ; their shape is frequently spherical, but also sometimes more tubular, bispherical or tear-dropped (Fig. 3); small protrusions are often observed on the surface; broken surfaces are conchoidal; they are isotropic under polarized light; they show small internal vesicles and more rarely micro-inclusions (tubular forms). Other microspherules of smaller size (average-diameter of about 200 μm) show a large panel of colours (see description of horizons below), and are translucent to opaque, showing glassy to crystallized surface (Fig. 3). Abundant mm-sized glass-like carbon elements have been retrieved associated to the microspherules; these elements are brightness, grey to black and display a spongy-aspect (Fig. 3).

2) Description of the microspherules levels

a) The Trois-Fontaines Formation level

The first microspherules level is located in the lower part of the Trois-Fontaines Fm. in the Flohimont section (level 650 in Fig. 2A). The level belongs to the middle part of the *Polygnathus hemiansatus* conodont Zone (Lower Givetian). Two samples were collected in the base of the first bed (bed 801bs in Fig. 2D; see also Maillet, 2013), a 40 cm-thick slightly argillaceous and dolomitic limestone. Twelve microspherules (Fig. 3) were retrieved from about 100 g of rock: most of them are transparent and colourless with a smooth or slightly pitted surface and they display spherical, spheroid or bispherical shapes, sometimes with protrusions; one spherical microspherule is opaque, grey and exhibits a crystallized surface. Abundant glass-like carbon elements are associated to these microspherules.

b) The Terres d’Hurs Formation level

The second microspherules level is located in the lower part of the Terres d’Hurs Fm. in the Flohimont section (level 718 in Fig. 2A). It crops out along the road D46. The level belongs to the upper part of the *P. hemiansatus* Zone (Lower Givetian). Three samples (about 250 g of rock) from the argillaceous basal part of the bed 718 (samples 655 in Fig. 2C; see also Maillet, 2013) provided 24 microspherules and glass-like carbon (Fig. 3). The microspherules consequently appear to be dispersed in the basal part of this bed. They display different colours and shapes: 20 spherules display a glassy surface, sometimes pitted and among them, 11 are transparent (5 spherical, 5 tubular, 1 tear drop-shaped) and 9 are translucent (2 dark brown and spherical, 1 red and spherical, 2 light yellow and elongate, 4 black and spherical); 4 microspherules are opaque and spherical (1 grey-brownish and 3 grey with a crystallized surface).

c) The Fromelennes Formation level

The third microspherules level is located in the lower part of the Moulin Boreux Member in the Fromelennes Fm., both in the Flohimont (level 1051 in Fig. 2A) and in the Cul d’Houille (level 36 in Fig. 2B) sections. The level belongs to the *Polygnathus ansatus* conodont subzone (middle *Polygnathus varcus* conodont Zone, late Middle Givetian). In the two sections, the microspherules-bearing level is a very thin and irregular dark clayey seal, quite difficult to sample. In the Flohimont section, on 30 samples from the bed 1051 and the base of the bed 1052, 6 come from the dark clayey seal between

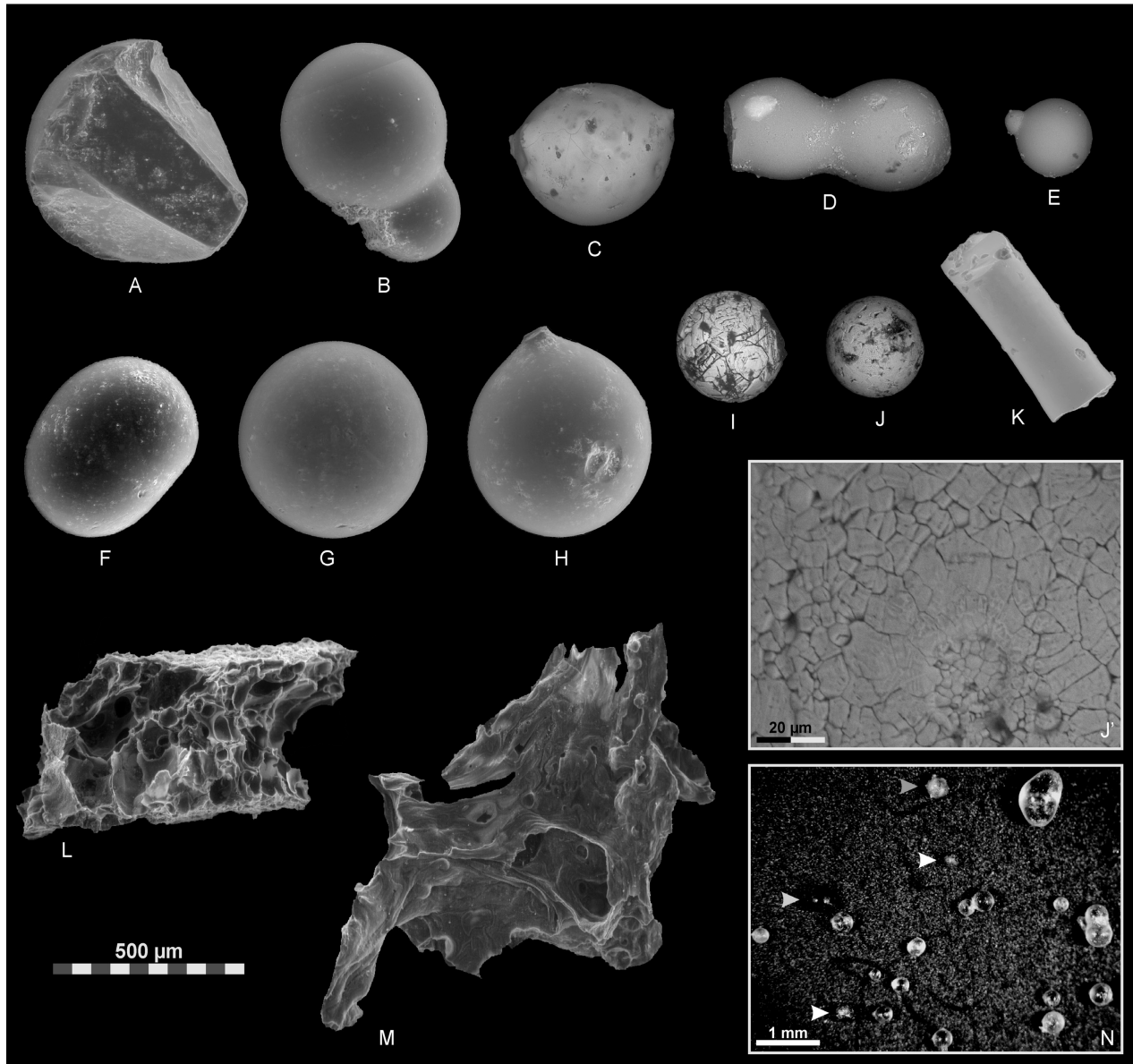


Fig. 3. — Some microspherules and glass-like carbon elements from the Givetian of the Fromelennes area. A-M: ESEM pictures. A: spherical colourless microspherule from bed 1051 showing a conchoidal broken surface, C.O.F.L.S. 1161; B: bispherical colourless microspherule from bed 1051, C.O.F.L.S. 1162; C: spheroid dark brown microspherule from bed 718, C.O.F.L.S. 1163; D: bispherical colourless microspherule from bed 1051, C.O.F.L.S. 1164; E: spherical red microspherule from bed 718 with protrusion, C.O.F.L.S. 1165; F: ovoidal colourless microspherule from bed 1051 showing a potassium-depleted zone (slightly darker zone at top right), C.O.F.L.S. 1166; G: spherical colourless microspherule from bed 718, C.O.F.L.S. 1167; H: spherical colourless microspherule from bed 1051 with a pitted surface and a protrusion, C.O.F.L.S. 1168; I-J: spherical grey and brightness microspherules from bed 1051, C.O.F.L.S. 1169 and 1170; J': detail of the crystallized surface of the microspherule J; K: broken tubular colourless microspherule from bed 718, C.O.F.L.S. 1171; L-M: glass-like carbon elements from bed 718, C.O.F.L.S. 1172 and 1173. N: Optical photography under binocular lens (bed 1051). Most of the microspherules are transparent and colourless. Grey arrow at top-centre indicates a yellow translucent microspherule; grey arrow at left-centre points a brown translucent microspherule; white arrows show grey opaque brightness microspherules.

Fig. 3. — Quelques microsphérules et éléments de carbone vitrifié du Givétien de la région de Fromelennes. A-M : clichés au MEB. A : microsphérule sphérique incolore montrant une cassure conchoïdale, banc 1051, C.O.F.L.S. 1161 ; B : microsphérule bi-sphérique incolore, banc 1051, C.O.F.L.S. 1162 ; C : microsphérule sphéroïdale marron foncé, banc 718, C.O.F.L.S. 1163 ; D : microsphérule bi-sphérique incolore, banc 1051, C.O.F.L.S. 1164 ; E : microsphérule sphérique rouge avec protubérance, banc 718, C.O.F.L.S. 1165 ; F : microsphérule ovoïde incolore montrant une zone appauvrie en potassium (zone légèrement plus foncée en haut à droite), banc 1051, C.O.F.L.S. 1166 ; G : microsphérule sphérique incolore, banc 718, C.O.F.L.S. 1167 ; H : microsphérule sphérique incolore montrant une surface piquetée et une protubérance, banc 1051, C.O.F.L.S. 1168 ; I-J : microsphérules sphériques grises brillantes, banc 1051, C.O.F.L.S. 1169 et 1170 ; J' : détail de la surface cristallisée de la microsphérule J ; K : Microsphérule tubulaire incolore cassée, banc 718, C.O.F.L.S. 1171 ; L-M : éléments de carbone vitrifié, banc 718, C.O.F.L.S. 1172 et 1173. N : Photographie de microsphérules sous loupe binoculaire (banc 1051). La plupart des microsphérules sont incolores et transparentes. La flèche grise en haut au centre indique une microsphérule jaune et translucide ; la flèche grise à gauche montre une microsphérule marron et translucide ; les flèches blanches montrent deux microsphérules grises, brillantes et opaques.

Sample type	Type 1 Colourless transparent microspherules	Type 2 Grey opaque microspherules	Type 3 Yellow, red and brown translucent microspherules	Type 4 Black translucent microspherules	Type 5 Grey-brownish opaque microspherules	Type 6 Colourless transparent tubular microspherules	Glass-like carbon elements *	Artificial microbeads
Quantity of samples	8	3	6	1	1	1	3	4
Number of measurements	23	27	28	5	8	4	12	8
Al ₂ O ₃	1.11 (0.68-2.68)	0.34 (0-2.82)	15.55 (9.82-38.92)	25.44	21.47	11.60	4.98	1.06 (0.91-1.16)
SiO ₂	73.45 (63.87-80.11)	0.98 (0-3.87)	59.22 (38.79-65.28)	50.20	31.70	33.89	8.01	69.46 (68.62-70.46)
Na ₂ O	5.88 (1.73-9.34)	0.09 (0-0.95)	0.78 (0.36-1.48)	0.58	0.42	<LD	<LD	14.06 (12.75-15.25)
MgO	4.06 (3.44-5.1)	0.07 (0-0.62)	1.49 (0.87-4.23)	3.92	3.86	9.28	<LD	4.38 (4.23-4.67)
K ₂ O	0.27 (0.06-1.74)	<LD	3.02 (1.21-15.28)	2.03	1.51	<LD	0.73	<LD
CaO	10.07 (7.69-13.52)	<LD	3.36 (0.45-10.81)	10.76	6.63	37.95	<LD	10.59 (10.3-10.85)
Fe ₂ O ₃	0.17 (0-1.17)	91.69 (88.1-96.3)	7.59 (2.34-15.94)	2.43	32.42	5.06	<LD	<LD
SO ₄	0.31 (0.26-0.84)	<LD	<LD	<LD	<LD	1.63	1.50	<LD
Ni	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
CuO	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
TiO ₂	<LD	<LD	1.04 (0.35-2.52)	1.04	0.88	0.95	<LD	<LD
Cr ₂ O ₃	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
MnO	<LD	0.17 (0-0.75)	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
PbO	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
K ₂ O/Na ₂ O	0.05	0.00	3.88	3.51	3.60	-	-	-
Al ₂ O ₃ /(Na ₂ O+K ₂ O)	0.18	3.92	4.10	9.75	11.12	-	-	0.07
R Al	5.10	0.36	47.38	55.08	31.95	17.45	-	3.51
R Fe	0.77	99.29	23.12	5.25	48.25	7.61	-	0.23
R Na	26.90	0.09	2.37	1.25	0.63	0.00	-	46.62

Table 1. – Chemical composition of the Givetian microspherules from the Givet area (quantifications in % of oxides). Values are an average of the total number of measurements; the minima and maxima values are indicated in brackets. <LD: below limit detection. Bold values highlight the main chemical components for each sample type. Calculation of the ratios R Al, R Fe and R Na is based on the glass components content except the silica (see Marini & Casier, 1997), as: $R X = [(glass\ component\ X / sum\ of\ all\ the\ glass\ components) \times 100]$. * Glass-like carbon elements are composed of 80 to 85% of carbon (value obtained under ESEM, as undetectable under electronic microprobe because of carbon coating of the samples).

Tableau 1. — Compositions chimiques des microsphères givétiennes de la région de Givet (quantifications en % d'oxydes). Les valeurs indiquées sont une moyenne du nombre total de mesures ; les valeurs minimales et maximales observées étant indiquées entre parenthèses. <LD : sous la limite de détection de l'appareil. Les valeurs en gras mettent en avant les principaux composants chimiques pour chaque type d'échantillon. Le calcul des ratios R Al, R Fe et R Na sont basés sur la concentration en composants chimiques du verre, la silice exceptée (voir Marini & Casier, 1997), tel que : $R X = [(composant\ du\ verre\ X / somme\ de\ tous\ les\ composants\ du\ verre) \times 100]$. * Les éléments de carbone vitrifié sont composés de 80 à 85% de carbone (valeur obtenue au MEB car indétectable à la microsonde électronique en raison de la métallisation au carbone des échantillons).

beds 1051 and 1052 (samples 161-st in Fig. 2A, B). Only these 6 samples with microspherules and glass-like carbon; 100 microspherules were retrieved from about 200 g of rock. In the Cul d'Houille section, on 11 samples from beds 34 to 37, 2 come from a dark clayey seal between beds 36 and 37. Only these 2 samples provided microspherules and glass-like carbon; 6 microspherules were retrieved from about 40 g of rock. For both sections, among the 106 microspherules found in this third level, 101 exhibit a smooth and glassy surface, sometimes pitted. Their shape is frequently spherical to spheroid with small droplets protrusions; more rarely elongate or bispherical. Most

of them are colourless, transparent to almost transparent; some are coloured and translucent (1 light-yellow, 1 black, 3 slightly red, 5 brown). The other 5 microspherules are opaque, dark grey and brightness with a crystallized surface (Fig. 3).

3) Analytical methods

Observations, pictures (Fig. 3), chemical quantifications (Table 1) and cartographies (Fig. 4) have been performed using an environmental scanning electron microscope Quanta 200 (ESEM), equipped with a backscattered electron detector

(BSE) and an energy-dispersive X-ray system (EDS or X-ray microprobe), and also using an Electronic microprobe Cameca SX 100. Before measurements, microspherules have been cleaned in chlorhydric acid in order to dissolve any gangue residues, then washed several times with tap water and dried. Analyzes and picturing have been performed on integral microspherules (ESEM), on thin sections (ESEM and microprobe) and on double-polished 100 μm -thick sections (ESEM and microprobe). Chemical quantifications have been performed on 20 selected microspherules (at least one for each colour, see Table 1) and on some glass-like carbon elements from the three levels. For analyzes under electronic microprobe, the material has been carbon-coated. For picturing under ESEM, some material has been placed on stubs and gold-coated. The whole material is housed at the Catholic University of Lille (France) and figured material has been catalogued in the micropalaeontology collections of the Faculté de Gestion, Economie & Sciences of Lille (C.O.F.L.S. numbers, see Figs. 3 and 4).

IV. – CHEMICAL COMPOSITION AND STRUCTURE OF THE MICROSPHERULES

Quantifications of major and minor chemical elements are indicated in the Table 1. Chemical analyzes performed on the Fromelennes microspherules show six main chemical compositions, in relation with the colour of the microspherules. Type 1 includes the colourless and transparent spheres; they are rich in silica (~ 75%) and calcium (~10%). Type 2 includes the grey, opaque and brightness spheres; they are mainly composed of iron (more than 90%). Type 3 includes the red, yellow and light and dark brown translucent spheres; they are rich in silica (~ 60%), aluminium (~ 15%), iron (~ 8%), potassium (~ 3%), with sometimes slight variations in the proportions of these elements and also calcium (~ 3%) in some microspherules. Type 4 includes the black translucent spheres; they are rich in silica (~ 50%), aluminium (~25%) and calcium (~ 10%). Type 5 includes grey-brownish opaque spheres; they are rich in silica (~ 30%), iron (~ 30%), aluminium (~ 20%) and calcium (~ 6%). Type 6 includes colourless and transparent tubular microspherules; they are rich in calcium (~ 40%), silica (~ 35%), aluminium (~ 12%) and magnesium (~ 10%).

Iron-rich microspherules (type 2) show a crystallized dendritic surface (Fig. 3). Their content in iron is always over 90% (magnetite?) but there is no association with sulphur that allows to chemically distinguishing them from the small pyrite crystals that are abundant in the bed 1051 (Fig. 2B). All the other types (1, 3, 4, 5 and 6) show a glass matrix mainly composed of silica, but also of aluminium, potassium, iron, magnesium, calcium, sodium and titanium.

Chemical cartographies performed on thin sections of the material show two main internal structures:

- Homogeneous structures characterize the types 1 (Si-rich) and 2 (Fe-rich) of microspherules (Fig. 4). Internal vesicles have sometimes been observed. For the type 1, some microspherules show depletion in potassium, aluminium or calcium in their glass matrix.

- Heterogeneous structures characterize the other microspherules (types 3, 4, 5 and 6; Fig. 4). Numerous small crystallites are included within the glass matrix; they are mainly composed either of silica, or titanium and sulphur, or iron, phosphate and sulphur. Small vesicles are also frequently observed in the glass matrix. If silica is the dominant element, chemical composition of the glass matrix varies from one microspherule

to another. Chemical variations have also been observed within the glass matrix of some microspherules, with zones depleted or enriched in potassium, aluminium, calcium, titanium, or iron. A particular microspherule, spherical and brown under binocular lens, shows a large number of micrometre-sized crystallites mainly composed of iron, phosphate and sulphur, as well as numerous vesicles within a bi-phased glass matrix; the two phases of the glass matrix are chemically different (phase 1 in silica, iron, potassium, titanium and magnesium; phase 2 in silica, aluminium and calcium) and are radially alternated (Fig. 4).

Associated glass-like carbon elements are mainly composed of carbon (80 to 85 %), silica (~ 8 %), aluminium (~ 5%) and sulphur (~ 1.5 %). Micro-inclusions have been observed within these elements, of a mean-size of 5 μm and rich in silica (~ 60%), aluminium (~ 35%) and potassium (~ 4%).

V. – DISCUSSION

Microspherules reported throughout the sedimentary record around the world can be broadly put in several categories, depending of their origin. When natural, they can have a biological origin (e.g. algae, conodont pearls...) or a mineral origin (e.g. impact glasses as microtektites, volcanic glasses, cosmic particles...). However, an artificial origin is also possible (silica man-made microbeads used for road reflective paintings, industrial residues, artificial glasses...).

1) Invalidity of an artificial contamination

By care and as usual in numerous studies dealing with microspherules (e.g. Marini, 2003; Marini & Casier, 1997; Wang & Chatterton, 1993), it has been assessed whether such microspherules were artificial contaminants. In this way, some artificial microbeads used for road painting have also been chemically analyzed to compare (Table 1 and Fig. 5). However, several observations exclude the hypothesis of an artificial contamination for the Fromelennes microspherules:

Microspherules are present and abundant in three thin levels only within the 500 m-thick Givetian carbonate sequences of the Givet area (Fig. 2). Despite a bed-by-bed sampling, no microspherule or glass-like carbon element was found in another bed of the studied sections. In the three levels, several samples were taken in surface of the beds and also within the rock; all the samples provided microspherules and/or glass-like carbon elements.

The Fromelennes Fm. level has been found in two sections, the Flohimont and the Cul d'Houille sections. Both precisely correlated sections (Maillet *et al.*, 2013) are distant of about three hundred metres (Figs. 1 and 2) from each other.

The Fromelennes area is not an industrial area. Furthermore, if the Flohimont section extends along a road, beds of the Cul d'Houille section crop out along a small river.

The microspherules exhibit a large panel of shapes (spherical, ovoidal, tubular, tear-drop...), colours (colourless, yellow, brown, black, red, grey...) and aspects (smooth glassy surface, crystallized surface, pitted surface, protrusions, transparency, translucency, opacity...) (Fig. 3).

The microspherules show a large set of chemical compositions, with chemical heterogeneity observed in some microspherules, as well as the presence of internal vesicles and micro-inclusions chemically different from the glass matrix (Table 1 and Fig. 4).

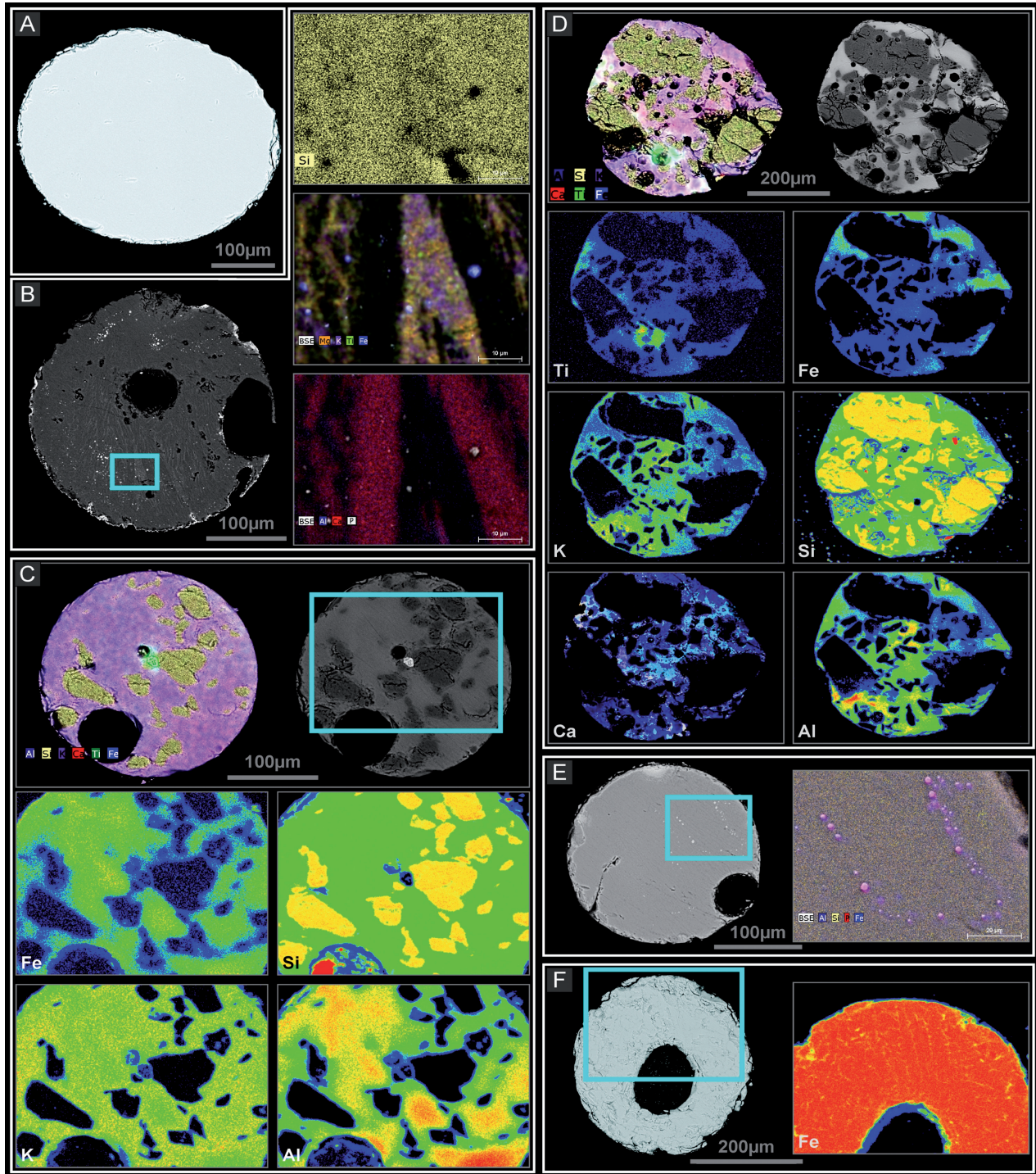


Fig. 4. – Micrographs and chemical cartographies of some thin sections of the Givet microspherules. A: Colourless transparent microspherule (type 1) with an homogeneous internal structure in silica (bed 1051, C.O.F.L.S. 1174); B: grey-brownish translucent microspherule (type 5) showing a glass-matrix with two chemical phases (Si-Al-Ca and Si-Mg-K-Ti-Fe) and micro-inclusions of iron phosphate (bed 718, C.O.F.L.S. 1175); C: Yellow translucent microspherule (type 3) showing crystallites (Si and Ti) and vesicles within a glass-matrix (bed 1051, C.O.F.L.S. 1176); D: dark brown translucent microspherule (type 3) showing crystallites (Si and Ti) and vesicles within a glass-matrix (bed 718, C.O.F.L.S. 1163); E: black translucent microspherule (type 4) showing a large vesicle and micro-inclusions of iron phosphate (bed 718, C.O.F.L.S. 1177); F: Grey, opaque and brightness microspherule (type 2) with an homogeneous internal structure in iron and a large central vesicle (bed 1051, C.O.F.L.S. 1170).

Fig. 4. – Clichés au MEB et cartographies chimiques de quelques sections polies des microsphères de Givet. A : Microsphère incolore et transparente (type 1) avec une structure interne en silice, homogène (banc 1051, C.O.F.L.S. 1174) ; B : Microsphère gris-brunâtre et translucide (type 5) montrant une matrice vitreuse avec deux phases chimiques (Si-Al-Ca et Si-Mg-K-Ti-Fe) et des micro-inclusions de phosphate de fer (banc 718, C.O.F.L.S. 1175) ; C : Microsphère jaune et translucide (type 3) montrant des cristallites (Si et Ti) et des vésicules au sein d'une matrice vitreuse (banc 1051, C.O.F.L.S. 1176) ; D : Microsphère marron foncé et translucide (type 3) montrant des cristallites (Si et Ti) et des vésicules au sein d'une matrice vitreuse (banc 1051, C.O.F.L.S. 1163) ; E : Microsphère noire et translucide (type 4) montrant une grande vésicule et des micro-inclusions de phosphate de fer (banc 718, C.O.F.L.S. 1177) ; F : Microsphère grise, brillante et opaque (type 2) avec une structure interne homogène, en fer, et une grande vésicule centrale (banc 1051, C.O.F.L.S. 1170).

Glass-like carbon elements are always associated to the microspherules. They also exhibit internal silicified micro-inclusions (Figs. 3 and 4).

A major chemical difference is observed with industrial glasses: the latter are rich in sodium (7 to 15%; Fig. 5, see also Marini, 2003) and poor in aluminium (1 to 4%; *ibid.*), by contrast to the Fromelennes microspherules and to natural volcanic and impact glasses.

2) The Fromelennes microspherules: evidence for several punctual events during the Givetian

All previous observations support a natural origin of the Fromelennes microspherules and the associated glass-like carbon elements. Regarding their features (morphology, structures, inclusions, chemical composition...), the Fromelennes microspherules have obviously not a biotic, but well mineral origin. By their presence in only three precise levels within Givetian carbonate sequences, these microspherules seem to mark three punctual events. A first hypothesis is that the Fromelennes microspherules could be volcanic glasses. Indeed, some volcanoes were active during the Givetian on the Rheno-hercynian margin (Salamon & Königshof, 2010; Königshof *et al.*, 2010), of which the Ardenne massif belongs. Despite this, some observations do not seem to support the volcanic hypothesis:

The large panel of morphologies, structures and chemical compositions (Table 1, Figs. 3 and 4) of the microspherules within each level is unfavourable to eruptive phenomena, of which signatures in each level would be more singular and homogeneous.

The presence of ferrous microspherules (type 2) and glass-like carbon elements is not explained. About glass-like carbon elements, their general aspect (mm-sized, dark colour, spongy-aspect...; see Fig. 3) would remind volcanic ashes. However, these elements are exclusively chemically composed of carbon (70 to 85%), silica (6 to 15%) and aluminium (5%) (Tabl. 1), and show numerous internal micro-inclusions in silica and aluminium; all the other major chemical elements usually composing rhyolitic to basaltic tephtras, such as sodium, calcium, iron and magnesium, are not found here.

All the Fromelennes microspherules exhibit geometrical shapes, of which most of them are perfect spheres (Fig. 3), on the contrary to volcanic residues (ashes, glasses...) which often are irregular. However, the few tubular glassy microspherules, found exclusively within the bed 718, may remind volcanic glass fibres like Pele's hairs.

The glassy microspherules from Fromelennes are abundant and very well preserved. Because of a high hydration, volcanic glasses would not be as well preserved in Devonian deposits (Claeys & Casier, 1994).

Another hypothesis is that the Fromelennes microspherules have an extraterrestrial origin. Indeed, following important asteroid impact, ejectas coming from melting and pulverization of the target terrestrial rocks are usually deposited on wide areas around the impact point. At distance at least larger than 10 times the crater diameter, such ejectas are mainly composed of submillimetre-sized glassy microspherules and are called distal ejectas (Glass & Simonson, 2013). Two main kinds of microspherules can be formed after an asteroid impact: microtektites and mikrokrystites (French & Koeberl, 2010). Microtektites result from the melting of terrestrial material while mikrokrystites are formed from the partial vaporization of the asteroid (Glass & Burns, 1988). According to the definition of Glass & Burns (1988), microtektites are characterized by a glassy aspect, a regular morphology

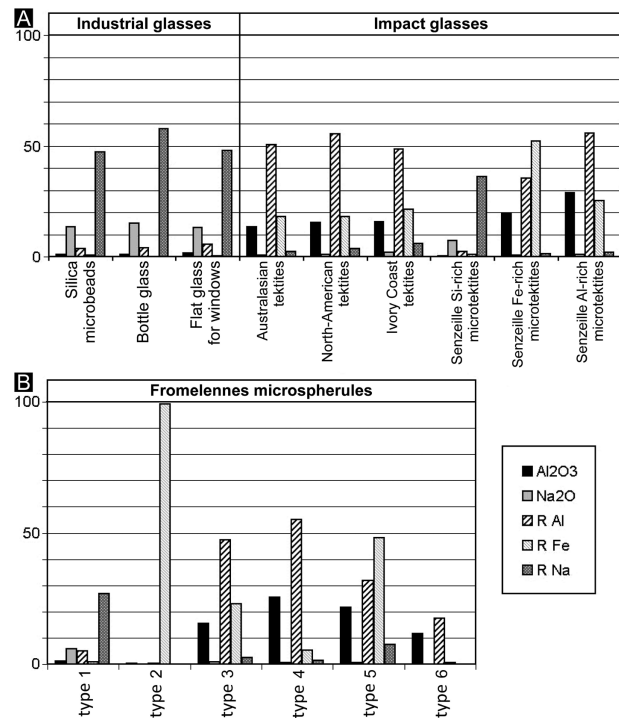


Fig. 5. – Comparison of several chemical ratios allowing to discriminate between various types of artificial glasses and impact glasses. See main text and caption of the table 1 for calculation of the ratios. A: data from Marini & Casier (1997); B: microspherules from the Givet area (this paper).

Fig. 5. – Comparaison de plusieurs ratios chimiques permettant de différencier divers types de verres artificiels et de verres d'impact. A : données de Marini & Casier (1997) ; B : microsphères de la région de Givet (cette étude).

(perfect sphere to tear-drop shape, with sometimes small droplets protrusions), a homogeneous structure, and the presence of lechatelierite (i.e. pure silica). They can present internal bubble-shaped cavities but contain no crystallites or remains of the original material. On the field, they are not necessarily associated to an iridium anomaly. They are usually larger (250 to 400 μm of diameter) than mikrokrystites. Mikrokrystites, sometimes also named clinopyroxene-bearing spherules, are cosmic particles containing internal crystallites such as spinelle, clinopyroxene or sanidine (Glass & Burns, 1988; Glass *et al.*, 2004; Szöör *et al.*, 2001). By opposition to microtektites, mikrokrystites often exhibit a heterogeneous structure and never contain lechatelierite. They have an irregular spheroid shape, often a nickel core and are smaller than microtektites (150 μm to 250 μm of diameter). On the field, they are frequently associated to an iridium anomaly.

Regarding features of the Fromelennes microspherules, the glassy transparent colourless ones (type 1) may correspond to microtektites by their range of sizes, their richness in silica and their homogeneous structure with sometimes presence of internal vesicles. The other glassy microspherules (coloured spherical types 3, 4, 5 and tubular type 6) are more likely mikrokrystites by their smaller size and their heterogeneous structures and chemical compositions with numerous micro-inclusions. Grey and opaque ferrous microspherules (type 2) may be cosmic particles resulting from the partial vaporization of the meteor. Several observation and comparisons to the literature support that the Fromelennes microspherules may be evidence of several impacts during the Givetian:

By their large range of shapes with frequent small droplet protrusions, colours, chemical compositions and internal structures (Table 1, Figs. 3 and 4), the Fromelennes microspherules are very similar to the microtektites reported around the Frasnian/Famennian boundary in the Senzeille and Hony sections (Claeys & Casier, 1994; Claeys *et al.*, 1992; Marini & Casier, 1997). In particular, the Fromelennes microspherules of type 1 are chemically very close to the colourless transparent Si-rich microtektites from the Senzeille and Hony sections; the types 3 and 4 from Fromelennes are similar to the Al-rich microtektites from Senzeille and Hony sections; the type 5 from Fromelennes is comparable to the Fe-rich microtektites from Senzeille and Hony sections (Table 1).

The large range of chemical compositions with high contents in silica, aluminium and iron, is comparable to the ones usually known for distal ejectas. All the chemical elements (Si, Al, Fe, Ca, Mg, K and Na) encountered in the classical components of microtektites and mikrokrystites (e.g. sanidine, spinelle, clinopyroxene, silica-polymorphs, see Koeberl & Beran, 1988) are abundant in the Fromelennes microspherules.

On the contrary of artificial glasses, microtektites are characterized by high aluminium content and low sodium content (Marini & Casier, 1997). Except for the type 1, aluminium content of the Fromelennes microspherules is always far higher than the sodium content (Table 1 and Fig. 5); K₂O/Na₂O and Al₂O₃/(Na₂O + K₂O) ratios also show high values as usual in most of impact-glasses (Marini & Casier, 1997).

The Fromelennes microspherules exhibit an amorphous silica-rich glass-matrix (excepted for the iron spheres of type 2) and vesicles and/or internal crystallites are found within this matrix (Fig. 4). Some of these crystallites are silica-rich and show a high relief under polarized light. Fine analyzes of their chemical composition and the nature of chemical bonds indicated that it is pure silica: they might be silica-polymorphs as lechatelierite, coesite or stishovite.

The Fromelennes glass-like carbon elements are comparable to the abundant glass-like carbon reported in distal ejectas of the Younger Dryas impact (Firestone *et al.*, 2010). The formation of glass-like carbon requires high pressure and temperature; its origin might be due to pulverization during the impact of terrestrial carbonate rocks and/or to vitrification of organic matter particles.

3) Givetian microspherules elsewhere?

Impact microspherules are unusual deposits in sedimentary record, being both rare and punctual events in the geological time. However, because the microtektites are deposited on wide areas and usually globally around an impact crater, it might be possible to find them in Givetian rocks in other places. Around the world, several impact evidences have been reported in the Devonian, most of them in Upper Devonian deposits (e.g. Claeys *et al.*, 1992; Claeys & Casier, 1994; Masaitis, 2002; see also Maillet, 2013 for synthesis), but none to date is, to our knowledge, reported within the Givetian: only some microspherules have been found at the Eifelian/Givetian boundary in Morocco (Ellwood *et al.*, 2003; Schmitz *et al.*, 2006) and at the Givetian/Frasnian boundary in North-America (Isachsen, 1998). None of these levels correspond to the Fromelennes levels reported herein.

However, some authors reported the presence of 'egg cases' (Stauffer, 1940) in Givetian deposits: egg cases are known to be either conodont pearls if in fluoroapatite or impact spherules if siliceous (Stauffer, 1940; Wang & Chatterton, 1993). In the Boulonnais area (France), Magne (1964) reported abundant 'egg cases' in the 'term A' of the Griset Member (extreme base of the Blacourt Fm.), and figured one specimen (pl. XIII, fig. 56 in Magne, 1964). This level, to-day inaccessible, is of an early Givetian age: located below the base of the lower *P. varcus* conodont Zone and providing *Polygnathus ensensis* (see Brice, 1988), it could be assigned either to the *P. hemiansatus* Zone or to the lower lower *P. varcus* (*Polygnathus timorensis*) Zone in the standard conodont biozonation. Moreover, this egg case level is overlain by evaporitic and mudcrack levels (Mansy *et al.*, 2007) and by beds providing large-sized Leperditiid ostracods (Lethiers, pers. comm.); i.e. by sequences analogous to the upper part of the Trois-Fontaines Fm. in the Ardenne (Boulvain *et al.*, 2009; Maillet, 2013). Thus, the egg case level of Magne (1964) could correspond in the Fromelennes area to the Trois-Fontaines Fm. microspherules level (= bed 650 herein). In the Saoura area (Algeria), Le Fèvre (1963) reported abundant 'egg cases' into a carbonate unit of the Chefar el Ahmar Fm. in the Km 30 section. This level belongs with doubt to the lower lower *P. varcus* Zone (Paris *et al.*, 1997; Maillet *et al.*, 2012) and possibly corresponds in the Fromelennes area to the Terres d'Haus Fm. microspherules level (= bed 718 herein).

4) What about impact structures in the Givetian?

Beyond microspherules, no impact crater dated of a Givetian age has been reported around the world. However, a synthesis of impact structures reported in the Devonian (see Maillet, 2013) added to chronostratigraphic and palaeogeographical considerations show that at least five imprecisely dated impact craters might be contemporaneous of the Fromelennes levels: (1) La Moinerie (Canada, 400 +/- 50 Ma, 8 kms of diameter); (2) Nicholson (Canada, < 400 Ma, 12.5 kms of diameter); (3) Brent (Canada, 396 +/- 20 Ma, 3.8 kms of diameter); (4) Elbow (Canada, 395 +/- 25 Ma, 8 kms of diameter) and (5) Kaluga (Russia, 380 +/- 5 Ma, 15 kms of diameter). To form and disperse distal ejectas on wide to global scales, the impact must be consequent: it means that diameter of the impact crater should be of a great-size, i.e. over about 10 km (Grieve, 1997). Therefore, the Brent crater appears to be too small and the Elbow crater appears to be too far during the Givetian to be adequate. Despite very rough dating, the La Moinerie and Nicholson craters are potential candidates regarding their sizes. Finally, the Kaluga crater is an excellent candidate, both by its size and its proximity to the Ardenne during the Givetian (Masaitis, 2002). However, it is also possible, on one hand, that none of these craters correspond to the Fromelennes levels and that other impact structures have to be discovered, or, on the other hand, that no trace of impact structures have been preserved (e.g. impact in deep-oceanic realm...).

VI. – CONCLUSIONS

This is the first time around the world that glassy and ferrous microspherules, as well as glass-like carbon elements, are reported in Givetian deposits. Their natural origin is attested, but their formation remains questionable. If the volcanic origin

hypothesis cannot be definitively invalidated for some of them, many observations support that these microspherules may be distal ejectas (i.e. microtektites, mikrokrystites and cosmic particles) resulting of several asteroid impacts during the Givetian. To date, no impact evidence has been attested within the Givetian, however, an ‘egg case’ level reported by Magne (1964) in the Boulonnais area could be correlated to the level of the Trois-Fontaines Fm. and another ‘egg case’ level reported by Le Fèvre (1963) in the Saoura area might correspond to the level of the Terres d’Hairs Fm. Nonetheless, to validate the hypothesis of three distal ejectas levels within the Givetian carbonate sequences of the Fromelennes area, more data, more material and more analyses are necessary. Fundamental analyses on the microspherules are to confirm presence of high pressure/high temperature silica-polymorphs (as lechatelierite, stishovite or coesite) within the glass matrix by means of Raman spectroscopy and also to quantify the water content of the microspherules by means of Infrared spectroscopy (Koeberl & Beran, 1988). However, since microspherules alone are often not diagnostic to attest of an asteroid impact (French & Koeberl, 2010), it is essential to avoid any misinterpretation to look for additional impact-evidences, such as heavy elements (iridium, osmium, platinum...) or traces of shock-metamorphism (shocked quartz, nanodiamonds...) within the Fromelennes levels or in contemporaneous deposits in other places. Whether volcanic episodes or impact evidences, the three levels reported

herein consequently correspond to singular and instantaneous deposits on wide area (even global); thus, they could be excellent chronostratigraphic tools useful for wide-scale correlations. Although very tenuous, it should be possible to find these levels in many other places in the Ardenne and in farther areas, and thus use them to refine palaeogeographical models. Finally, another question to solve would be the consequences of such events on the Givetian living communities and their possible relationships with the Givetian bioevents leading to the end-Devonian mass extinction.

Acknowledgements.— We are especially grateful to the Fromelennes town council, the Flohimont residents, the Office National des Forêts (O.N.F), the Conservatoire des Espaces Naturels de Champagne-Ardennes (C.E.N.C.A.) and the Ardennes prefecture for all the sampling authorizations in the ‘Réserve de la Pointe de Givet’. Thanks to P. Recourt and to S. Bellayer (University of Lille) for micrographs and chemical analyses under ESEM and electronical microprobe and to P. Deville (Catholic University of Lille) for technical assistance. We express our gratitude to the institutions that supported this work: the Faculté Libre des Sciences et Technologies (FLST) of Lille, the Institut Supérieur d’Agriculture (ISA) of Lille and the Institut Catholique de Lille (ICL). Thanks to C. Crônier (University of Lille) and an anonymous reviewer for their critical readings of the manuscript.

BIBLIOGRAPHIE

- BOULVAIN F., MABILLE C., POULAIN G. & DA SILVA A.C. (2009). – Towards a palaeogeographical and sequential framework for the Givetian of Belgium. *Geologica Belgica*, **13** (3-4): 161-178.
- BRICE D. (1988). – Le Dévonien de Ferques (Boulonnais – France). Historique. Synthèse des données nouvelles en stratigraphie, sédimentologie, paléontologie et tectonique. Conclusions. In : BRICE D. ed., *Le Dévonien de Ferques, Bas Boulonnais (N. France). Biostratigraphie du Paléozoïque*, **7**: 7-24.
- BULTYNCK P. (1974). – Conodontes de la Formation de Fromelennes du Givétien de l’Ardenne Franco-Belge. *Bulletin de l’Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, **XII** (31), 50/10: 30 p.
- BULTYNCK P. (2001). – Fromelennes-Flohimont, Middle-Late Givetian (Coen & Coen-Aubert, 1971; Bultynck, 1974). In BULTYNCK P., CASIER J.-G., COEN-AUBERT M. & GODEFROID J. eds., *Préconférence field trip (V1): Couvin - Philippeville - Wellin area, Ardenne (May 11-12, 2001)*. In: 15th International Senckenberg Conference, Joint Meeting IGCP 421/Subcommission on Devonian Stratigraphy, Field Trips Guidebook: 1-44.
- BULTYNCK P. & COEN M. (1982). – Conodont distribution in the Fromelennes Formation and the lower part of the « Assise de Frasnes » (Middle-Upper Devonian of the Ardennes). In: SOKOLOV B.S. & RJONSNITSKAI M.A. eds., *Biostratigrafia pogranicznych ołożeńij niżniego i sriedniego dewona Trudy polewoj sesjii Meždunarodnoj podkomissii po stratigrafii dewona*, Samarkand: 38-45.
- BULTYNCK P., COEN-AUBERT M., DEJONGHE L., GODEFROID J., HANCE L., LACROIX D., PRÉAT A., STAINIER P., STEEMANS P., STREEL M. & TOURNEUR F. (1991). – Les Formations du Dévonien Moyen de la Belgique. *Mémoire explicatif des cartes géologiques et minières de la Belgique*, Service Géologique de Belgique, **30**: 1-106.
- CASIER J.-G. & PREAT A. (2007). – Ostracods and lithofacies of the Middle/Upper Devonian boundary Stratotype (Puech de la Suque, Montagne Noire, France). *Bulletin de la Société Géologique de France*, **178** (4): 293-304.
- CLAEYS P. & CASIER J.-G. (1994). – Microtektite-like impact glass associated with the Frasnian-Famennian boundary mass extinction. *Earth and Planetary Science Letters*, **122**: 303-315.
- CLAEYS P., CASIER J.-G. & MARGOLIS S.V. (1992). – Microtektites and mass extinctions: evidence for a late Devonian asteroid impact. *Science*, **257**: 1102-1104.
- CRASQUIN-SOLEAU S., VASLET D. & LE NINDRE Y.-M. (2005). – Ostracodes as markers of the Permian/Triassic boundary in the Khuff Formation of Saudi Arabia. *Palaeontology*, **48** (4): 853-868.
- DANA J.D. (1846). *Zoophytes in United States exploring expedition, during the years 1838, 1839, 1840, 1841, 1842, under the command of Charles Wilkes, U.S.N.*, **7**: 740 p.
- ELLWOOD B.B., BENOIST S.L., EL HASSANI A., WHEELER C. & CRICK R.E. (2003). – Impact ejecta layer from the mid-Devonian: possible connection to global mass extinctions. *Science*, **300**: 1734-1737.
- FIRESTONE R.B., WEST A., REVAY Z., HAGSTRUM J.T., BELGYA T., QUE HEE S.S., SMITH A.R. (2010). – Analysis of the Younger Dryas Impact Layer. *Journal of the Siberian Federal University, Engineering & Technologies*, **1** (3): 30-62.
- FRENCH B.M., & KOEBERL C. (2010). – The convincing identification of terrestrial meteorite impact structures: what works, what doesn’t, and why. *Earth Science Reviews*, **98**: 123-170.
- GLASS B.P. & BURNS C.A. (1988). – Mikrokrystites: a new term for impact-produced glassy spherules containing primary crystallites. In: *Proceedings of the 18th Lunar and Planetary Science Conference*: 455-458.
- GLASS B.P., HUBER H. & KOEBERL C. (2004). – Geochemistry of Cenozoic microtektites and clinopyroxene-bearing spherules. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **68** (19): 3971-4006.

- GLASS B.P. & SIMONSON B.M. (2013). – Distal Impact Ejecta Layers, a record of Large Impacts in Sedimentary Deposits. *Impact Studies series*, Springer, **15**: 716 p.
- GOLDFUSS G.A. (1829). – *Petrefacta Germaniae*. Erster Theil, Düsseldorf: 252 p.
- GOSSELET J. (1871). – Esquisse géologique du département du Nord et des contrées voisines. III - Terrain Dévonien. *Bulletin Scientifique du Département du Nord*: 421 p.
- GOUWY S. & BULTYNCK P. (2003). – Conodont based Graphic Correlation of the Middle Devonian Formations of the Ardenne (Belgium): implications for stratigraphy and construction of a regional composite. *Revista Española de Micropaleontología*, **35** (3): 315-344.
- GRIEVE R.A.F. (1997). – Extraterrestrial impact events: the record in the rocks and the stratigraphic column. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **132**: 5-32.
- HOUSE M.R. (2002). Strength, timing, setting and cause of mid-Palaeozoic extinctions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **181**: 5-25.
- HUBERT B.L.M. & PINTE E. (2009). – Detailed lithology, faunal abundance and correlations of the Cul d'Houille Section (Middle Devonian, Givetian, Avesnois, France). *Annales de la Société Géologique du Nord*, **16** (2e série): 79-89.
- ISACHSEN Y.W. (1998). – Metallic spherules and a microtektite support the interpretation of a buried impact crater beneath Panther Mountain in the Central Catskill Mountains. *Meteoritics & Planetary Science*, **33**: A74.
- KLAPPER G., FEIST R. & HOUSE M. (1987). – Decision on the Boundary Stratotype for the Middle/Upper Devonian Series Boundary. *Episodes*, **10** (2): 97-101.
- KOEBERL C. & BERAN A. (1988). – Water Content of Tektites and Impact Glasses and Related Chemical Studies. In: Proceedings of the 18th LPSC: 403-408.
- KÖNIGSHOF P., NESBOR H.-D. & FLICK H. (2010). – Volcanism and reef development in the Devonian: A case study from the Lahn syncline, Rheinisches Schiefergebirge (Germany). *Gondwana Research*, **17**: 264-280.
- LE FEVRE J. (1963). – *Microfaunes de l'Emsien et du Dévonien moyen de la région Ougarta-Saoura (Sahara)*. Thèse de doctorat de l'Université de Bordeaux, Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine, Direction Exploitation et Production, Centre de Recherche de Pau : 180 p. [inédit]
- LETHIERS F. & CRASQUIN S. (1988). – Comment extraire les microfossiles à tests calcitiques des roches calcaires dures. *Revue de Micropaléontologie*, **31** (1): 56-61.
- MAGNE F. (1964). – *Données micropaléontologiques et stratigraphiques dans le Dévonien du Boulonnais (France) et du bassin de Namur (Belgique)*. Thèse de doctorat de l' Université de Paris, Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine, Direction Exploitation et Production, Centre de Recherche de Pau : 172 p. [inédit]
- MAILLET S. (2013). – *Les ostracodes du Givétien (Dévonien moyen) de l'Ardenne. Paléobiodiversité, paléoécologie et bioévénements. Réponse biotique aux changements environnementaux d'une plate-forme carbonatée*. Thèse de doctorat de l'Université Catholique de Lille et Université Lille 1 des Sciences et Technologies, non publié : 726 p. [accessible en ligne : <http://ori.univ-lille1.fr/notice/view/univ-lille1-ori-188602>]
- MAILLET S., MILHAU B. & DOJEN C. (2013). – Stratigraphical distribution of Givetian ostracods in the type-area of the Fromelennes Formation (Fromelennes, Ardennes, France) and their relationship to global events. *Bulletin of Geosciences*, **88** (4): 865-892.
- MAILLET S., MILHAU B. & HUBERT B.L.M. (2010). – New insight on the « Cul d'Houille » section near Flohimont (Givetian, Middle Devonian). *Annales de la Société Géologique du Nord*, **17** (2e série): 53-57.
- MAILLET S., MILHAU B. & PINTE E. (2011). – The Fromelennes Formation in the type-area (Fromelennes, Ardennes, France). *Annales de la Société Géologique du Nord*, **18** (2e série): 9-34.
- MAILLET S., TANJAOUI R., MILHAU B., NICOLLIN J.-P. & OUALI MEHADJI A.K. (2012). – Ostracodes of the Chefar El Ahmar Formation (Middle Devonian) in the Km 30 section (Béni-Abbes area, Ougarta, Algeria). In: 24e Réunion des Ostracodologues de Langue Française (Genève): 32.
- MANSY J.-L., GUENOC P., ROBASZYNSKI F., AMEDRO F., AUFFRET J.-P., VIDIER J.-P., LAMARCHE J., LEFEVRE D., SOMME J., BRICE D., MISTIAEN B., PRUD'HOMME A., ROHART, J.-C. & VACHARD D. (2007). – Notice explicative, Carte géologique de France (1/50 000), feuille Marquise (seconde édition) (5). Orléans, BRGM : 213 p.
- MARINI F. (2003). – Natural microtektites versus industrial glass beads: an appraisal of contamination problems. *Journal of Non-Crystalline Solids*, **323**: 104-110.
- MARINI F. & CASIER J.-G. (1997). – Glass beads from reflective road markings: potential contaminants versus microtektites? First evaluation. In: RAUKAS A. (ed.), Impact and Extraterrestrial Spherules: New tools for global correlation. International Symposium of Tallinn, Field Trip Guide book: 31-32.
- MASAITIS V.L. (2002). – The middle Devonian Kaluga impact crater (Russia): new interpretation of marine setting. *Deep-sea Research part II*, **49**: 1157-1169.
- MILHAU B. (1984). – Microfossil technique - Bourbon's disintegration. *Newsletter of the Geological Society of New Zealand*, **65**: 33.
- NARKIEWICZ K. & BULTYNCK P. (2010). – The Upper Givetian (Middle Devonian) subterminus conodont zone in North America, Europe and North Africa. *Journal of Paleontology*, **84** (4): 588-625.
- PARIS F., BOUMENDJEL K., MORZADEC P. & PLUSQUELLEC Y. (1997). – Synthèse chronostratigraphique du Dévonien de l'Ougarta (Sahara occidentale, Algérie). *Annales de la Société géologique du Nord*, **5** (2e série): 117-121.
- SALAMON M. & KÖNIGSHOF P. (2010). – Middle Devonian olistostromes in the Rheno-Hercynian zone (Rheinisches Schiefergebirge) - an indication of back arc rifting on the southern shelf of Laurussia. *Gondwana Research*, **17**: 281-291.
- SCHMITZ B., ELLWOOD B.B., PEUCKER-EHRENBRINK B., EL HASSANI A. & BULTYNCK P. (2006). – Platinum group elements and 187Os/188Os in a purported impact ejecta layer near Eifelian-Givetian stage boundary, Middle Devonian. *Earth and Planetary Science Letters*, **249**: 162-172.
- STAUFFER C.R. (1940). – Conodonts from the Devonian and associated clays of Minnesota. *Journal of Paleontology*, **14** (5): 417-435.
- SZÖÖR G., ELEKES Z., ROZSA P., UZONYI I., SIMULAK J. & KISS A.Z. (2001). – Magnetic spherules: Cosmic dust or markers of a meteoritic impact? *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, **B181**: 557-562.
- TSYGANKO V.S. (2009). – Succession of events at the Middle-Late Devonian transition. *Doklady Earth Sciences (Geology)*, **428** (1): 1114-1116.
- WANG K. & CHATTERTON B.D.E. (1993). – Microspherules in Devonian sediments: origins, geological significance, and contamination problems. *Canadian Journal of Earth Science*, **30**: 1660-1667.

**ANDRÉ DELMER (1916-2015),
MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD DEPUIS 1947 -
ANCIEN DIRECTEUR DU SERVICE GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE (1962-1981)**

***André Delmer (1916-2015) as a member of the Société géologique du Nord since 1947 -
Past head of the Geological Survey of Belgium (1962-1981)***

par Francis ROBASZYNSKI (*)

Résumé. – En premier lieu, la notice présente sur une trame chronologique les étapes marquantes de la vie et de la carrière d'André Delmer, ancien directeur du Service géologique de Belgique et membre de la Classe des Sciences de l'Académie royale. Viennent ensuite des précisions sur ses activités et contributions majeures, en particulier sur la campagne de sondages profonds à caractère scientifique qu'il a menée pendant plus de deux décennies, puis sur les recherches géothermiques engagées dans le Hainaut belge et enfin sur la passion de toute sa vie focalisée vers une meilleure connaissance de l'orogénèse varisque du sillon houiller Haine-Sambre-Meuse. La deuxième partie donne la liste de ses travaux et publications par année de parution.

Summary. – In a first part, the paper gives through a chronologic frame the great stages of the life and the career of André Delmer, past head of the Geological Survey of Belgium and member of the Royal Academy of Belgium. Then come some full particulars of his activities and major contributions, especially about the campaign of scientific deep borings led during more than two decades, on geothermal researches in the Hainaut region, and also about the passion he had all along his life focused in the better knowledge of the Variscan orogeny in the Haine-Sambre-Meuse trench. The second part gives the list of his works and published papers by year of publication..

Mots-clés. – André Delmer ; Service géologique de Belgique ; sondages profonds ; tectonique varisque ; bibliographie.
Key words. – André Delmer ; Geological Survey of Belgium ; deep borings ; variscan tectonics ; bibliography.

I. — PRÉSENTATION

Aujourd'hui, 14 août 2016, notre mémoire nous rappelle cette date marquant le premier anniversaire du décès d'André, Marie, Joseph Delmer, ancien directeur du Service géologique de Belgique, qui a quitté notre monde le 14 août 2015, à l'âge de 99 ans. Il était le membre le plus ancien de la Société géologique du Nord à laquelle il cotisait depuis 1947. Au cours de l'année qui vient de s'écouler, deux notices sur le cheminement de l'ingénieur et géologue qu'il fut ont été publiées par deux membres retraités de ce « Geological Survey » dont il a été le directeur officiel pendant près de deux décennies (la dénomination en anglais a souvent été utilisée en Belgique pour éviter la double appellation en français et en néerlandais de ce Service qui a été longtemps dans les compétences fédérales). La première, rédigée par Éric Groessens en septembre 2015, est parue dans les *Miscellanea Geologica* – feuillet d'information électronique diffusé auprès de tous les géologues de Belgique (Groessens, 2015), la seconde, par Léon Dejonghe - un de mes plus anciens élèves à la Faculté Polytechnique de Mons et maintenant confrère à l'Académie, dans l'Annuaire 2016 de la Classe des Sciences de l'Académie Royale de Belgique (Dejonghe, 2016), toutes deux enrichies d'une liste des principales contributions publiées par l'ingénieur

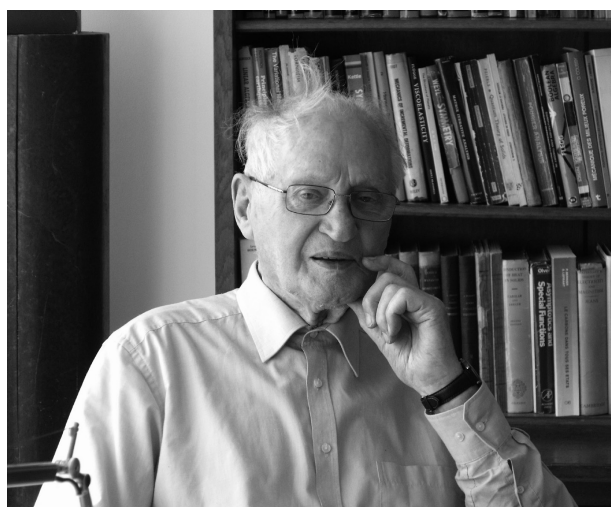


Fig. 1. — Portrait de M. André Delmer, en juin 2013.

Fig. 1. — Portrait of Mr André Delmer, June 2013.

(*) 57 rue Desmottiers, 17100 Saintes ; professeur honoraire à la Faculté Polytechnique de Mons, Belgique ; membre de l'Académie royale de Belgique ; e-mail : francis.robaszynski@umons.ac.be

et scientifique qu'était leur « patron ». Dans la présente notice je ne reprendrai donc pas le détail de sa biographie, renvoyant le lecteur aux deux auteurs cités, mais donnerai simplement un aperçu chronologique des grandes étapes de sa carrière en focalisant ensuite l'attention sur quelques-uns de ses apports majeurs à la connaissance de la géologie de la Belgique. Par ailleurs, ayant eu le privilège de connaître l'homme à l'occasion de plusieurs travaux menés conjointement avec lui, je tenterai d'entrouvrir quelques lucarnes sur certains aspects d'une personnalité pour le moins complexe. Un portrait de lui à 97 ans, pour lequel il avait accepté de poser, apparaît à la Figure 1.

Personnellement, j'ai connu André Delmer à partir de 1965, date de mon arrivée en Belgique en tant que chercheur à la Faculté Polytechnique de Mons dans le service de Minéralogie du professeur Alphonse Beugnies sur un contrat avec la CECA – Communauté Européenne Charbon Acier. Dans ce laboratoire la coutume était que tout nouvel arrivant se devait d'assister aux séances mensuelles des deux sociétés nationales de géologie : la Société belge de Géologie (à Bruxelles) et la Société géologique de Belgique (à Liège) ainsi qu'à celles de la Société géologique du Nord (à Lille-Villeneuve d'Ascq). C'est ainsi que, parmi d'autres figures marquantes, j'ai pu rencontrer André Delmer à Bruxelles, Paul Fourmarier à Liège... et tous mes anciens professeurs à Villeneuve d'Ascq. Lors des séances à Bruxelles, le naturel fort réservé de « Monsieur Delmer » ne favorisait pas les conversations et les échanges. Toutefois, l'occasion en a été donnée plus tard quand, dans les années 1980, je coordonnais avec Christian Dupuis le projet de « Guide géologique de la Belgique » dans la collection des guides rouges publiés par les éditions Masson (Paris). C'est là où nous avons pris conscience de ses connaissances encyclopédiques tant sur les formations houillères de Belgique que sur leur prolongement dans le Nord de la France. Comme nous désirions obtenir des informations sur sa conception des structures tectoniques varisques dans le Houiller belge, c'est vers ses adjoints MM. Legrand et Graulich qu'il nous a dirigés, s'effaçant derrière eux alors qu'il dominait parfaitement le sujet par sa connaissance de tous les documents miniers conservés par l'Administration des Mines ainsi que par tous les sondages profonds commis par ses soins et encore en cours à cette époque. Ultérieurement j'ai pu le côtoyer plus longuement à la faveur de circonstances qui croisaient parfois mon engagement dans un projet de microbiostratigraphie du Crétacé des bassins de Mons et de Paris. Successivement :

- en 1972, quand il publiait son article sur l'« Origine du Bassin crétacique de la vallée de la Haine » (Delmer, 1972), travail repris ensuite par le professeur René Marlière lors de diverses excursions pour expliquer l'existence dans le bassin de Mons de « cuves » et de « seuils », due à une subsidence hypothétiquement causée par des mouvements halocinétiques dans le soubassement, ce dont nous avons longuement discuté avec lui ;

- en 1976, quand l'article sur la « découverte d'anhydrites dans les formations anténamuriennes du sondage de Saint-Ghislain » fut présenté à l'Académie royale de Belgique par Léon Dejonghe, André Delmer et Éric Groessens où l'existence de plus de 700m de « sels » dans le soubassement était un argument de poids favorisant cette hypothèse halocinétique (Dejonghe *et al.*, 1976);

- en 1990, lors du sondage à but géothermique de Ghlin : comme j'habitais le village à l'époque, il m'avait sollicité pour étudier le « présondage » dans la couverture crétacée puis pour suivre, de jour et de nuit, l'avancement de la sonde dans le Carbonifère ;

- en 1995, à la séance d'octobre de la Société géologique du Nord où, sous la présidence de Norbert Crampon, j'animais la séance spécialisée sur « Les bassins houillers du Nord de la France et du Sud de la Belgique » pour laquelle je l'avais invité à participer ainsi que son ami Jacques Chalard, ancien directeur à Douai du secteur sondages des HBNPC – Houillères du Bassin Nord - Pas-de-Calais ; sa contribution fut publiée dans les *Annales* en 1997 (Delmer, 1997) ;

- à partir de 1999, année de mon élection à l'Académie royale de Belgique qui m'a permis de rencontrer mensuellement André Delmer aux séances de la Classe des Sciences et ainsi d'avoir avec lui des relations privilégiées pour parler de ses préoccupations géologiques.

C'est à travers les conversations et les échanges de vues engagés au cours de ces différentes occasions que j'ai fait plus ample connaissance de sa personnalité, de la dimension de ses savoirs et pu décrypter quelque peu le caractère de « Monsieur Delmer », puisque c'est sous ce nom que je l'ai toujours salué. Dans ce qui suit, je présenterai tour à tour : les grandes étapes de sa vie et de sa carrière, quelques aspects relatifs à ses activités et contributions majeures, des impressions après l'avoir côtoyé pendant près de deux décennies, et enfin sa bibliographie par année de parution.

II. — LES ÉTAPES DE LA VIE

La prime jeunesse : héritage et formation

18-03-1916. Naissance à Ixelles. Fils d'Alexandre Delmer-fils qui fut ingénieur des Mines sorti de Liège, Directeur général des Mines, Croix de guerre en 1917, élaborateur des documents préparant le Traité de Versailles en 1919, chef de Cabinet du premier ministre en 1925, participant au projet de creusement du Canal Albert en 1927, impliqué dans la publication de l'Atlas de Belgique en 1953. Il fut également chargé de hautes fonctions au Ministère des travaux publics, professeur de Géographie économique à Liège et président du Comité des Secrétaires qui administrèrent la Belgique pendant l'Occupation de la 2^e guerre mondiale (Wikipedia) ... Nul doute que ce père aura été perçu comme un modèle « pour servir l'État » !

1926-1930. Primaires à l'école Saint Jean-Baptiste à Schaerbeek.

1930-1935. Humanités gréco-latines au Collège Saint-Michel à Bruxelles.

1935-1940. Études d'ingénieur civil des Mines à l'Université catholique de Louvain où il est l'élève de Félix Kaisin senior, celui qui, probablement, lui inoculera la passion de l'explication des phénomènes tectoniques dans le Paléozoïque.

L'entrée aux Charbonnages et au Corps des Mines

1940-1941. Muni de son diplôme d'ingénieur civil des Mines de l'UCL, il est engagé au charbonnage André Dumont à Waterschei, en Campine.

1941-1942. Réussit le Concours d'entrée à l'Administration des Mines.

1942. Devient stagiaire du Corps des Mines au 2^e arrondissement de Mons où on le charge d'identifier le gisement au charbonnage du Grand-Hornu à Boussu. Ses rapports sont très appréciés par Armand Renier, Directeur du Service géologique de Belgique.

« Servir l'État » : le Service géologique de Belgique

1942. Juste avant son départ à la retraite Armand Renier demande et obtient le transfert d'André Delmer au Service géologique de Belgique et ce dernier deviendra ainsi collaborateur du nouveau directeur André Grosjean.

1944. Élu membre de la Société géologique de Belgique à Liège.

1945. Admis officiellement au Corps des Mines, il est aussi détaché définitivement au Service géologique où l'étude des terrains houillers constituera une grande partie de ses activités et où il s'attachera - jusqu'à la fin de sa vie - à décrypter la structure tectonique de ces terrains et particulièrement ceux du Hainaut.

1947. Élu membre de la Société géologique du Nord en tant qu'« Ingénieur au Corps des Mines et au Service géologique de Belgique », ce dernier étant dirigé par André Grosjean. L'année 1947, juste après la période sombre de la 2^e Guerre Mondiale, voit une recrudescence de nouveaux adhérents à la SGN avec 16 membres à la séance de mai. La présidence de la Société était assurée par Paul Corsin - qui sera titularisé à la fin de l'année dans la chaire de Paléobotanique et de Paléontologie houillère de l'Université de Lille, pendant que Pierre Pruvost, Directeur au bureau de la Société, sera élu Membre correspondant à l'Académie des Sciences de Paris et nommé Conseiller technique des Charbonnages de France. En outre, René Marlière, un ancien « lillois », professeur à la Faculté Polytechnique de Mons, sera élu président de la Société géologique de Belgique (cf. Robaszynski, 2014). Le secrétariat de la SGN se trouvait sous la plume de Mme Simone Defretin, Jacques Chalard était responsable de la Bibliothèque et Gérard Waterlot délégué aux publications (toutes personnes que je côtoierai ou qui deviendront mes professeurs dans les années 1960...).

1950. Il est sollicité par l'Université catholique de Louvain pour suppléer aux cours de Félix Kaisin junior.

1951. Promu Ingénieur principal des Mines mais toujours détaché au Service géologique, il y met en route avec le directeur André Grosjean un projet de sondages profonds dans les formations paléozoïques. Il s'agit d'un programme de recherches à caractère fondamental destiné à préciser les structures profondes du soubassement varisque et calédonien (avec peut-être l'espoir de trouver sous les formations allochtones du « Synclinorium de Dinant » des terrains à potentialités économiques encore inconnues).

1953-1956. Sondage profond de Wepion, arrêté à 2310 m.

1954. Assure les cours de paléontologie et de cristallographie à l'École industrielle supérieure Reine Astrid à Mons.

1954-1960. Sondage profond de Tournai, arrêté à 1271 m.

1956. Promu Ingénieur principal divisionnaire dans le Corps des Mines.

1956-1959. Sondage profond de Soumagne, arrêté à 2528,28 m.

1956-1969. Secrétaire général et bibliothécaire de la Société belge de Géologie.

1958-1960. Sondage profond de Soiron, arrêté à 2000 m.

1959. Promu Ingénieur en chef-Directeur à la division du bassin de Liège et toujours en position de détachement au Service géologique.

1959-1960. Sondage profond d'Épinois, arrêté à 2009 m.

1960-1966. Sondage profond de Grand Halleux, arrêté à 3225,46 m.

1961-1962. Sondage profond de Leuze, arrêté à 1536 m.

1962. Le Directeur du Service géologique, André Grosjean, est déchargé de ses fonctions pour raison de santé et la direction du Service est transférée à André Delmer.

1962-1967. Sondage profond de Bolland, arrêté à 3001,30 m.

1963. Organisation du 6^e Congrès international de Sédimentologie, focalisé sur le Carbonifère, avec excursions sur le terrain.

1966. Chargé officiellement de la direction du Service géologique en remplacement d'André Grosjean dont il signera la notice nécrologique en 1971.

1967-1971. Sondage profond de Focant, arrêté à 3208 m.

1972. Publication sur l'« Origine du Bassin crétacique de la vallée de la Haine ». C'est le premier papier où est concrétisée l'importance de la tectonique salifère considérée comme moteur de la subsidence des « cuves » du bassin de Mons. Concept qui sera confirmé en 1976 par la découverte de plus de 780 m d'anhydrite dans le Viséen du sondage de Saint-Ghislain et en 1980 par l'inventaire des « puits naturels » du Hainaut.

1972-1978. Sondage profond de Saint-Ghislain, arrêté à 5403 m.

1973-1974. Promu Inspecteur général f.f.. Le cadre du Service géologique est augmenté de 2 postes de géologue en chef-directeur : Jean-Marie Graulich (1917-1984) et Marcel Gulinck (1917-1976) ainsi que de 6 géologues.

1974. Organisation de l'« International Symposium on Micropaleontological limits, from Emsian to Viséan », avec nombreuses excursions, livrets-guides, etc.

1976-1977. Président de la Société belge de Géologie.

1978. Reçoit à Aix-la-Chapelle le prix Leopold von Buch de la Deutsch Geologische Gesellschaft.

1981. Admis à la retraite à 65 ans. La direction provisoire du Service est assurée par Jean-Marie Graulich.

1983-1989. Membre de la Commission royale des Monuments et des Sites de Belgique.

1985. Intervient dans les études de gazéification souterraine du charbon puis évoque avec plusieurs auteurs les conséquences de la dissolution des évaporites du Dinantien et en particulier celles découvertes à Saint-Ghislain.

1989-1990. S'associe à Raphaël Conil pour convaincre la région Wallonne de lancer un ambitieux projet de révision de la carte géologique de Wallonie.

1991. Reprend des recherches sur la géothermie dans le bassin de Mons.

1992. Intervient dans l'interprétation des profils sismiques en cours en Belgique dans le cadre d'un programme européen.

1995. Membre d'honneur de l'Académie lorraine des Sciences.

L'Académie royale de Belgique

1982. Élu à 67 ans correspondant à la Classe des Sciences.

1992. Élu membre de l'Académie royale de Belgique.

1996. Élu président de l'Académie et directeur de la Classe des Sciences.

2008. Sa demande de mise à l'éméritat est accordée.

2013. Pendant sa retraite il poursuit une réelle activité scientifique et publie à 97 ans une note « testament » de 44 pages sur « L'orogénèse varisque dans le sillon houiller de Haine-Sambre et Meuse ».

14-08-2015. Décède à Etterbeek à quelques mois de son centenaire.

SES APPORTS À LA GÉOLOGIE

En tant qu'ingénieur des Mines, André Delmer disposait d'un très solide bagage mathématique et physique. Il conservera jusqu'au bout le plaisir de jongler avec la clarté et la concision des formules, ce dont je peux témoigner puisque, trois ans environ avant son décès, à l'âge de 97 ans, il m'avait reçu dans son appartement de la rue de Tervuren à Etterbeek. Là, sur sa grande table de travail, se trouvait posé un ouvrage relatif aux « écoulements hydrauliques », ouvert sur des pages couvertes de formules complexes où couraient de nombreuses intégrales. Le questionnant sur cette lecture il m'avait répondu devoir reprendre certaines formulations mathématiques (utilisées dans une note publiée en 1986) pour les remettre en cause et les adapter aux problèmes de flux d'eaux chaudes dans les sondages géothermiques... ce qui satisfaisait son appétence pour la rigueur de ce genre d'exercice mental ! Toutefois, il est clair également que, dès le début de sa carrière, il s'est attaché à développer les aspects géologiques de son métier d'ingénieur des Mines qu'il n'avait cessé d'approfondir avec son maître à l'Université de Louvain en la personne de Félix Kaisin senior. C'est ce dernier qui lui a fort probablement transmis le virus de la volonté d'explication des phénomènes tectoniques ayant affecté l'Ardenne au sens large et, en particulier, le sillon houiller Haine-Sambre-Meuse où se manifeste la « Faille du Midi ».

Tenant compte de ces aspects, les apports d'André Delmer à la géologie de la Belgique sont de deux ordres : professionnels et scientifiques, qui d'ailleurs s'interpénètrent. Sur plus de 140 publications répertoriées par Éric Groessens (2015) et Léon Dejonghe (2016), trois-quarts des notes concernent les gisements de charbon dans le Houiller dont un peu plus d'un tiers sont à caractère **descriptif** et sont relatives à son travail professionnel (coupes de bouveaux, sondages, position de niveaux particuliers constituant des repères pour la corrélation des faisceaux de veines). Un autre tiers porte sur des aspects plus **interprétatifs** et traite, par exemple, des relations entre plusieurs sondages dans une région géographique donnée. Quant au dernier tiers, il se rapporte à des notes de **synthèse**, par exemple avec Charles Ancion sur le Namurien et le Westphalien

présentées dans le Prologue d'une description géologique de la Belgique (Delmer & Ancion, 1954), avec Graulich et Renier des échelles stratigraphiques corrélées et publiées dans les *Annales des Mines* (Delmer *et al.*, 1954), ou encore la carte des mines de Campine (Delmer, 1963), sans oublier toutes les notes sur la tectonique et l'orogénèse varisque devenues plus nombreuses à partir de 1981, date de sa « retraite », ce qui lui permettait d'accorder plus de temps pour rassembler toutes les informations qu'il avait en tête pour en faire sortir de nouvelles interprétations (Delmer, 1988, 1997, 2003, 2004, 2013). Le quart restant de ses travaux regroupe la publication de cartes de synthèse (Atlas des Charbonnages, de l'Énergie, Atlas géologique de l'Europe...), des comptes rendus d'ouvrages, de congrès, d'excursions, reçus à la bibliothèque de la Société belge de Géologie dont il était bibliothécaire ainsi que de nombreuses notices nécrologiques (près d'une trentaine) etc.

Que retiendrait-on si l'on voulait établir une sorte de « bilan » de ce qu'a apporté André Delmer à la géologie belge ? Bien sûr, il nous faudrait plus de recul dans le temps pour mieux définir ce qui restera gravé dans les tablettes de la mémoire et on comprendra que nos choix d'aujourd'hui soient teintés d'une forte couleur de subjectivité. Il n'en reste pas moins que subsisteront des faits concrets, ces faits qu'André Delmer séparait bien des interprétations qu'il considérait toujours et avec raison comme provisoires. Dans les faits on doit inclure tout ce qui a trait aux descriptions, d'importance locale ou régionale mais aussi les faits sous-tendus par des concepts et c'est ceux-là sur lesquels il travaillait beaucoup, qui l'incitaient à rebondir et aboutissaient à des découvertes. Plus qu'un homme de terrain, c'était un « homme du sous-sol » et sa position de Directeur du Service géologique l'a encouragé à amplifier cet aspect. En effet, il restera pour longtemps sinon pour toujours l'homme qui a pu mener un programme à long terme de **sondages profonds** à caractère scientifique, soit une dizaine en un petit quart de siècle, tous à plus de 2000 m, certains à plus de 3000 m et le dernier, à Saint-Ghislain, jusqu'à 5403 m. Mais, au-delà de ces records, il a souvent eu des décisions inspirées. Par exemple, en 1959 paraît une note signalant dans deux sondages profonds à Tournai et Leuze, outre une forte épaisseur de Dévono-Carbonifère, la présence d'anhydrites dans le **Givétien** dont la dissolution a entraîné la formation de brèches (Legrand & Mortelmans, 1959 ; Legrand, 1962). Transposant cette constatation vers l'« auge hennuyère », il prend comme hypothèse que ce phénomène lié au Givétien pourrait expliquer la subsidence des « cuves » dans le bassin de Mons. Le sondage de Saint-Ghislain qu'il place au centre du bassin pourrait le confirmer. Or, surprise, des anhydrites apparaissent, mais dès le **Viséen**, à partir de 1905 m jusqu'à 2670 m, dont plus de 700 m en faciès massif ! avec présence de brèches de dissolution (Dejonghe *et al.*, 1976). La sonde ayant été arrêtée à 5403, 25 m dans le Frasnien, on ne sait pas si des anhydrites existeraient en plus dans le Givétien. Toujours est-il que, partant d'une observation à Tournai-Leuze, Delmer a pu montrer que le **fonctionnement de la subsidence** avant le Crétacé était dû à la dissolution d'évaporites dans le soubassement puisque la déformation dans le Houiller était beaucoup plus importante que celle dans le Crétacé. Cette cause de la subsidence constitue un apport fondamental pour la compréhension des variations d'épaisseur des formations paléozoïques ainsi que pour l'allure des couches. En corollaire, la dissolution d'une partie des sels peut également expliquer le fonctionnement des « puits naturels » par propagation de fontis vers la surface et jusque dans la couverture crétacée (avec parfois piégeage d'une foule d'animaux continentaux dont les fameux Iguanodons dans les faciès wealdiens à Bernissart). C'est aussi lui qui aura développé un programme de **géothermie** dans le Hainaut à partir de l'existence très concrète et connue depuis longtemps des « eaux chaudes de Baudour » (Delmer *et al.*, 1991). Pour rappel, ce

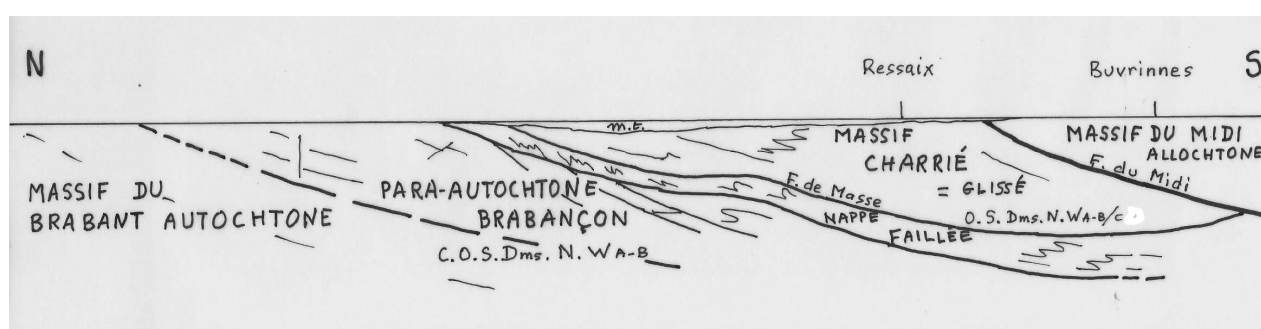


Fig. 2. — Coupe méridienne, sensiblement N-S, dans le bassin houiller du Centre, passant par Ressaix et Buvrines (à environ 4 km à l'est de Binche), simplifiée à partir de la figure 6 in Delmer, (2013, p. 13) montrant les positions relatives des trois unités du front varisque et le chevauchement du Massif du Midi. m.t. : morts-terrains méso-cénozoïques ; C.O.S.Dms.N.W. : Cambrien, Ordovicien, Silurien, Dévonien moyen et supérieur, Namurien, Westphalien A-B / C. Le tireté séparant le Brabant autochtone du Para-autochtone représente la discordance entre les formations calédoniennes (C.O.S.) et varisques (Dms. N. W.) Echelles des hauteurs et des longueurs sensiblement identiques. La longueur de la coupe est d'environ 15 km.

Fig. 2. — N-S section in the coal basin of the « Centre », through Ressaix and Buvrines (4 km east of Binche), simplified from the fig. 6 of Delmer (2013, p. 13) showing the positions of the three units forming the Variscan front and of Massif du Midi overthrust. m.t.: meso-cenozoic cover; C.O.S.Dms.N.W.: Cambrian, Ordovician, Silurian, Middle and Upper Devonian, Namurian, Westphalian A-B / C. The broken line between autochthonous Brabant and Para-autochthonous represents the unconformability between Caledonian (C.O.S.) and Variscan (Dms. N. W.) formations. Height and length scales approximatively equal. The length of the section is about 15 km.

sont les brèches de dissolution des anhydrites qui permettent la remontée d'eaux chaudes profondes qui devaient être captées par des tunnels inclinés et servir à un établissement thermal, projet qui n'a pas abouti et que relate René Marlière (1976), à l'époque professeur de géologie à la Faculté Polytechnique de Mons avec lequel André Delmer avait des relations scientifiques fréquentes. La présence d'eaux à près de 80°C fut confirmée par plusieurs sondages dont celui de Ghlin (Delmer *et al.*, 1991, 1996). De même pour les projets de **gazéification souterraine du charbon** pour lesquels d'autres sondages ont été réalisés à Thulin et Harchies près de la frontière française (Delmer *et al.*, 1985). Enfin, un autre apport d'André Delmer - en collaboration avec son ami français Jacques Chalard, directeur des services de géologie aux Houillères du Nord - Pas-de-Calais - est d'avoir su établir des correspondances stratigraphiques argumentées entre les bassins houillers de Belgique et ceux du Nord de la France (Delmer, 1986). Parallèlement à ces travaux, André Delmer fut très conscient de la nécessité de réviser la carte géologique de la Belgique, ce à quoi, en relation avec Raphaël Conil, professeur à l'Université Catholique de Louvain, il s'est employé dès les années 1989. En effet, il était clair qu'il devait offrir aux géologues qui commençaient leurs levés l'accès aux archives du Service géologique relatives aux sondages, surtout dans la partie occidentale de la Wallonie où les affleurements sont rares en dehors des carrières. Sa présence au Comité de pilotage de la Carte en tant que membre du CAPAS (Comité de l'Académie pour les Applications de la Science) et en tant que président du Comité de relecture garantissait une continuité dans le suivi des réalisations. Par ailleurs, le projet était fortement soutenu par le Service géologique où Léon Dejonghe était également membre du Comité de pilotage et a eu un rôle actif (cf. Boulvain, 1993).

IMPRESSIONS

André Delmer ne s'exprimait pas volontiers à propos de sa famille et encore moins au sujet de ses conceptions philosophiques. On savait qu'il était marié à Simone Mayence, professeur de langues anciennes. Ils ont eu une fille, Marie-Jeanne, qui, dans les dernières années, le conduisait à l'Académie pour qu'il puisse assister aux séances de la Classe

des Sciences. Bien qu'il fût très discret sur la maladie de son épouse, on a compris qu'il avait été très affecté par sa disparition en septembre 2010 mais il n'aimait pas parler de ces aspects familiaux qu'il devait considérer comme faisant partie de son domaine intime. Lors des discussions et des échanges de vues engagés à l'occasion des rencontres à l'Académie, que ce soit dans des conversations personnelles ou professionnelles, on se trouvait devant une personnalité retenue, réservée, parfois même secrète mais toujours déterminée et pouvant devenir véhémement quand on abordait certains sujets qui le préoccupaient comme l'utilisation, trop restreinte à son sens, de la géothermie dans le Hainaut ou les diverses interprétations de la géodynamique varisque ne tenant pas assez compte selon lui des phénomènes halocinétiques engendrés par la dissolution de niveaux salins dans le Dévono-Carbonifère. Alors qu'il était souvent difficile d'engager une conversation dans laquelle il aurait dû se livrer, quand étaient abordés ses sujets de prédilection sa courtoisie subtile pouvait laisser place à l'exaltation allant parfois jusqu'à l'emportement, sentiments toutefois rapidement maîtrisés. En outre, sa modestie de constitution le faisait souvent mettre en avant ses collaborateurs plutôt que de faire comprendre que la conception d'un projet, sa mise en route et la recherche des moyens pour le faire aboutir étaient de son fait ! Serait-ce, implicitement, la mise en application de la parole « ... qui s'abaissera sera élevé. » (Matthieu, 23/1-12) ? mais la question aurait dû lui être posée de son vivant...

Dans les discussions, parfois ardentes, sur ses conceptions des structures varisques - qu'il fondait sur une connaissance approfondie de tous les boulevards et sondages ayant traversé le Houiller - il considérait souvent que ses interlocuteurs disposaient du même bagage de connaissances que lui. L'anecdote vécue de la « 19e » en est un exemple. Dans les années 1980, nous avions en route un travail commun sur l'interprétation du sondage de Ghlin pour son projet géothermique. Le carottage avait percé la veine n° 19 dite « la 19e » et il me disait « *Suivez-la, vous voyez bien qu'on la connaît dans le Comble nord du bassin, de Tertre jusqu'à Hensies...* ». Par le plus grand des hasards, à l'occasion d'un travail réalisé pour la Communauté Européenne Charbon-Acier dans les années 1965-1968, j'avais justement suivi le mur de cette « 19e » qui présentait un comportement mécanique très fluant à cause d'une composition minéralogique que j'avais

appris à déterminer aux rayons X. Aussi ai-je pu m'engager dans la discussion avec une certaine connaissance du sujet mais, considérant dès lors qu'il avait un interlocuteur au même niveau que lui, au courant de toutes les autres veines, de leur succession ainsi que des accidents tectoniques et de leurs rejets, j'ai vite dû capituler et avouer mes ignorances... ce dont il s'étonna beaucoup, n'imaginant pas que lui seul avait la structure et les détails du bassin en tête! Ce genre de malentendu arrivait aussi lorsqu'il présentait oralement une contribution, spécialement sur la tectonique varisque dans le Houiller, où il pensait que les participants connaissaient, comme lui, tous les travaux miniers exécutés au cours de plusieurs décennies et que lui avait suivis. Mais l'important n'était-il pas que les faits et les arguments exposés convergent vers une idée, un concept nouveau, quitte à ce que l'auditeur le fasse sien ou l'adapter à sa propre vision ? Au-delà de ces détails, pour tous ceux qui ont connu André Delmer, il reste l'image d'un homme avisé, attentif, à l'écoute et respectueux des autres, toujours prêt à reconsidérer les termes d'une argumentation pour faire ressortir la vérité, ce qui a été l'une des passions de sa vie.

SON « TESTAMENT » 2013 SUR LA STRUCTURATION DU FRONT VARISQUE

Dans le bassin houiller du Hainaut franco-belge, le front varisque comporte trois unités superposées, recouvertes par le **Massif du Midi** - ou Massif Ardennais -, unité allochtone limitée à la base par la **Faille du Midi**. Les trois unités sont les suivantes, du haut vers le bas (Fig. 2) :

- **Un grand « Massif charrié »** ou glissé ou « Massif superficiel », allochtone, formé de parties plus ou moins inversées (« écaillés et massifs renversés de Hainaut-Sambre-Meuse » selon Bélanger *et al.*, 2012). C'est le « Massif de Masse » - ou « Massif Barrois » en France - limité à sa base par la Faille de Masse. On y trouve des éléments venant de l'Ordovicien, Silurien, Dévonien moyen et supérieur, Namurien et Westphalien A-B puis C. Pour beaucoup, ce « Massif charrié » serait originaire du sud, c'est-à-dire du « bassin de Dinant », mais le fait qu'il ne comporte pas de Dévonien inférieur - qui est la caractéristique de ce bassin - semble pour lui réhibitoire dans une telle interprétation. En effet, pour Delmer (2013) « *Le Massif charrié vient du nord, donc du Massif du Brabant où il s'est sédimenté et d'où il a glissé par gravité dans l'auge houillère* » c'est-à-dire vers le sud. C'est cette thèse, qu'après Wéry (1955), André Delmer défend depuis 1972 et reprend à plusieurs reprises, notamment en 1997 (suivi par Licour & Périlleux, 1997) puis en 2003 et 2004 jusqu'à son ultime note en 2013. Une dizaine d'arguments en faveur de l'origine septentrionale des tronçons du « Massif charrié » a été exposée lors de la « Séance spécialisée sur les bassins houillers du Nord de la France et du Sud de la Belgique » organisée par la Société géologique du Nord en 1995 (Delmer, 1997) que l'on peut résumer de la façon suivante : pas de Dévonien inférieur dans le « Massif charrié » ; les épaisseurs du Westphalien B-C sont énormes dans le « Massif charrié », du même ordre que celles du Namurien et Westphalien A dans le Para-autochtone ; le degré d'évolution des houilles est faible dans le « Massif charrié » alors qu'il est fort dans le Para-autochtone ; la faille de Masse, base du « Massif charrié », rejoint la Faille du Midi avec un angle net ; à St Ghislain, le sillon évaporitique atteignant au moins 2000 m, le Massif du Brabant est donc plus haut, ce qui rend possible le jeu de la gravité ; les traces de fission sur les apatites sont longues ce qui demande une couverture sédimentaire du Brabant d'au moins 3000 m ; les brèches viséennes du Massif de Boussu (un « Massif charrié ») sont rouges ce qui peut être expliqué par un glissement gravitaire ;

l'auge évaporitique du Hainaut indique l'existence d'un fossé d'effondrement actif au Westphalien supérieur ; le Silurien de Sambre-et-Meuse appartient au « Massif charrié », il viendrait du Brabant, au-dessus du front de schistosité. Ces arguments sont repris et développés dans son « testament » (Delmer, 2013).

- **Une « nappe faillée »** ou « zone faillée du Borinage », caractéristique entre la frontière française et Namur, épaisse de 100 à 500 m, constituée de lambeaux désordonnés où il a été impossible d'exploiter du charbon. Pour Delmer, ces éléments viendraient du démantèlement au Westphalien B d'affleurements continentalisés du Brabant et allant se déposer sous eau vers le sud pour former cette sorte de « flysch » que donne l'impression de la « nappe faillée ».

- **Des « Massifs para-autochtones »** ou subautochtones ou « imbriqués » (« Parautochtone brabançon » de Bélanger *et al.*, 2012), reposant sur un soubassement cambro-silurien, prolongement vers le sud du Massif du Brabant considéré comme autochtone. Ils sont constitués de Cambrien, Ordovicien, Silurien, Dévonien moyen et supérieur, Namurien, Westphalien A-B (pas de Westphalien C).

Si l'on voulait récapituler la conception d'André Delmer au sujet des grands traits de la chronologie des événements survenus pour constituer le front varisque, on pourrait proposer la succession suivante (ce qu'à ma connaissance il ne s'est pas engagé à écrire et qu'il faut donc considérer comme hypothétique) :

Dépôt sur le Brabant de sédiments du Cambrien au Dévonien moyen et supérieur (sans Dévonien inférieur, contrairement à l'interprétation de Michot (1979) qui, suivant les conceptions de Fourmarier, imagine un dépôt de Dévonien inférieur ensuite complètement arasé), puis de Namurien et Westphalien A-B (pas de C).

Subsidence du sillon houiller au Westphalien B par dissolution d'évaporites dans le Viséen sous-jacent.

Démantèlement du Brabant : des lambeaux sédimentaires glissent et se déposent sous eau vers le sud pour former cette espèce de « flysch » qui deviendra la « nappe faillée ».

À la fin du Westphalien B, glissement vers le sud de paquets de sédiments déposés sur le Brabant pour former les « Massifs charriés » = Massif de Masse = Massif Barrois, qui reposent ainsi sur la « nappe faillée ».

Dépôt du Westphalien C.

Poussée vers le nord, avec chevauchements, des massifs du Para-autochtone brabançon et chevauchement vers le nord du Massif du Midi = Massif Ardennais par la Faille du Midi.

Aplanissement général puis dépôt des « morts-terrains » avec d'ultimes fonctionnements par dissolution de « puits naturels » tel celui de Bernissart piégeant des milliers d'organismes dont les célèbres Iguanodonts.

Ce scénario représente son interprétation de la structure du Front varisque. Toutefois, pour d'autres, le fait que le Massif du Brabant puisse se trouver au-dessus d'un dôme granitique – donc plus léger – qui aurait fonctionné depuis au moins le Dévonien (anomalie de Bouguer négative, cf. Hennebert, 1994) rend difficile l'existence d'une très importante épaisseur de Houiller sur le massif du Brabant puisque le Brabant aurait toujours été une zone haute sans ou à faible sédimentation. Mais c'est toujours autour de ces sujets que, soit chez lui



Fig. 3. — André Delmer, au bureau de son appartement, rue de Tervueren à Etterbeek, le 6 juin 2013, à 97 ans.

Fig. 3. — André Delmer, at his apartment, Tervuren street at Etterbeek, the 6th of June, 2013 ; he was 97 years old.

comme j'ai pu le faire en juin 2013 (Fig. 3), soit à l'Académie, les discussions se développaient avec passion, ce dont il a laissé heureusement une trace dans son « testament 2013 ».

Remerciements. — La recherche d'informations et de documents relatifs aux travaux d'André Delmer a bénéficié de l'assistance de plusieurs collègues dont Éric Groessens (Service

géologique de Belgique) et Sara Vandycke (Université de Mons). La relecture d'une version provisoire a été assurée par Francis Meilliez (président de la SGN) et par Michel Hennebert (Université de Mons, Service de Géologie, Carte géologique) dont les remarques et suggestions ont grandement amélioré les dernières parties du texte. Qu'ils soient tous remerciés de l'attention qu'ils ont bien voulu porter à mes sollicitations.

SOURCES ET RÉFÉRENCES

BÉLANGER I., DELABY S., DELCAMBRE B., GHYSEL P., HENNEBERT M., LALOUX M., MARION J.-M., MOTTEQUIN B. & PINGOT J.-L. (2012). — Redéfinition des unités structurales du front varisque utilisées dans le cadre de la nouvelle Carte géologique de Wallonie (Belgique). *Geologica Belgica*, **15** : 169-175.

BOULVAIN F. (1993). — Un historique de la carte géologique de Belgique. *Professional papers. Geological Survey of Belgium*, **262** : 63 p. + XXV.

DEJONGHE L. (2016). — André Delmer. *Annuaire 2016 de la Classe des Sciences de l'Académie royale de Belgique, notice* : 217-235.

DEJONGHE L., DELMER A. & GROESSENS É. (1976). — Découverte d'anhydrite dans les formations antémuriennes au sondage de Saint-Ghislain. *Bulletin de l'Académie royale de Belgique, Classe des Sciences*, séance du 10 janvier 1976, **62** : 80-83.

DELMER A. (1972). — Origine du bassin crétacique de la vallée de la Haine. *Geological Survey of Belgium, Professional Papers*, **79** : 13 p.

DELMER A. (1986). — Relations tectoniques entre le gisement houiller du Nord français et celui du Borinage. *Annales de la Société géologique du Nord*, **105** : 111-114.

- DELMER A. (1988). — Le sondage de Saint-Ghislain. Stratigraphie et tectonique en terrain houiller ; sa liaison avec le sondage de Jeumont. *Annales de la Société géologique de Belgique*, **111** : 291-295.
- DELMER A. (1997). — La structure tectonique du bassin houiller du Hainaut. *Annales de la Société géologique du Nord*, **5** : 7-15.
- DELMER A. (2003). — La structure tectonique transfrontalière entre les bassins houillers de Valenciennes (France) et du Hainaut belge. *Geologica Belgica*, **6** : 171-180.
- DELMER A. (2004). — Tectonique du front varisque en Hainaut et dans le Namurois. *Memoirs of the Geological Survey of Belgium*, **50** : 1-62.
- DELMER A. (2013). — L'orogénèse varisque dans le sillon houiller de Haine-Sambre-Meuse. Avec une contribution de Sara Vanduycke et de Bernard Delcambre. *Geological Survey of Belgium, Professional Papers*, **315** : 44 p.
- DELMER A., LECLERCQ V., MARLIÈRE R. & ROBASZYNSKI F. (1991). — La géothermie en Hainaut et le sondage de Ghlin (Mons-Belgique). *Annales de la Société géologique du Nord*, **101** : 189-206.
- DELMER A., RORIVE A. & STENMANS V. (1996). — Dix ans de géothermie en Hainaut. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, **105** : 77-85.
- GROESSENS É. (2015). — Obituaries : Delmer, André, Marie, Joseph, C. *Miscellanea Geologica*, **XXXVI** (7) [septembre 2015] : 57-58.
- HENNEBERT M. (1994). — Rôle possible des structures profondes du massif cambro-silurien du Brabant dans l'évolution des bassins sédimentaires post-calédoniens (Belgique et Nord de la France). *Annales de la Société géologique de Belgique*, **116** : 147-162.
- LEGRAND R. (1962). — Données nouvelles sur le Tournaisien, grâce aux forages de Tournai et de Leuze. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, **254** : 3878-3880.
- LEGRAND R. & MORTELMANS G. (1959). — Le sondage de l'Asile d'aliénés à Tournai et le problème du Tournaisien de Tournai. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, **68** : 335-348.
- LICOUR L. & PÉRILLEUX D. (1997). — Une coupe structurale méridienne synthétique dans le Paléozoïque de la région de Crespin-Boussu Hainaut franco-belge). *Annales de la Société géologique du Nord*, **5** : 17-21.
- MARLIÈRE R. (1976). — Les eaux chaudes de Baudour (Hainaut, Belgique) et les « tunnels inclinés ». *Mémoires et publications de la Société des Sciences, des Arts et des Lettres du Hainaut*, **87** : 35-135.
- MICHOT P. (1979). — La faille mosane et la phase hyporogénique bollandienne d'âge emsien dans le rameau calédonien condruso-brabançon. *Annales de la Société géologique de Belgique*, **101** : 321-335.
- ROBASZYNSKI F. (2014). — René Marlière (1905-1993), président de la Société géologique du Nord en 1955 et professeur de géologie à la Faculté Polytechnique de Mons (Belgique), 1928-1970. *Mémoires de la Société géologique du Nord*, **XVII** : 81-101.
- WÉRY A. (1955). — Sur la constitution lithologique de quelques charbons du bassin houiller d'Andenne. *Publication de l'Association d'Études Paléontologiques*, Bruxelles, **21** : 229-259.
- WIKIPEDIA. Alexandre Delmer (fils), 1879-1974. Chronologie, Publications ; 6 pages ; World Wide Web address : [https://fr.wikipedia.org/Alexandre_Delmer_\(fils\)](https://fr.wikipedia.org/Alexandre_Delmer_(fils)), 12-09-2016

LISTE DES PUBLICATIONS D'ANDRÉ DELMER

- L'utilisation des trois sigles suivants est proposée sachant que la plus grande partie des notes d'A.D. ont été publiées dans ces revues : *AMB- Annales des Mines de Belgique* ; *ASGB- Annales de la Société géologique de Belgique* ; *BSBGPH- Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*.
- Quatre notes ont été signées en tout ou partie par André Delmer et publiées dans les *Annales de la Société géologique du Nord* : en 1986, 1991, 1992 et en 1997 dont trois ont trait à la tectonique et une à la géothermie.
- 1943**
- (Delmer A. & Fontainas S.) Quelques précisions stratigraphiques sur le Westphalien de la Campine orientale. Le niveau marin de Lanklaar. *BSBGPH*, **52** : 124-131.
- (Delmer A. & Fontainas S.) Sur les horizons de Maurage et de Lanklaar du Westphalien de la Campine. *BSBGPH*, **52** : 223-227.
- 1945**
- Un niveau à *Leaia* dans le Westphalien B de la Campine orientale. *BSBGPH*, **54** : 103-108.
- 1946**
- L'horizon de Maurage (Petit-Buisson) en Campine. *BSBGPH*, **55** : 145-151.
- 1947**
- Bassin houiller de la Campine. Étude géologique des zones réservées. Première partie : Réserve C., *Service géologique de Belgique*.
- 1948**
- Introduction générale à une Description d'ensemble du Terrain houiller belge. *Congrès du Centenaire de l'A.I.Lg.* (Association des Ingénieurs de Liège), Liège, 1948, section Géologie, 23-25.
- La région houillère du Couchant de Mons. Congrès du Centenaire de l'A.I.Lg., Liège, 1948, section Géologie, 27-32. *Congrès du Centenaire de l'A.I.Lg.*, Liège, 1948, section Géologie, 27-32.
- Le bassin houiller du Centre. *Congrès du Centenaire de l'A.I.Lg.*, Liège, 1948, section Géologie, 33-35.
- Le Bassin houiller de Campine. *Congrès du Centenaire de l'A.I.Lg.*, Liège, 1948, section Géologie, 55-57.
- Les richesses en charbon du sous-sol belge. *Congrès du Centenaire de l'A.I.Lg.*, Liège, 1948, section Mines, 321-322.
- 1949**
- Le district houiller du Couchant de Mons. Description géologique générale. *AMB*, **48** : 261-264.
- Le Westphalien inférieur en Campine occidentale. *BSBGPH*, **57** : 588-603.
- (Delmer A. & Marlière R.) Le sondage du Grand Vivier, à Tertre (1946-1947). *BSBGPH*, **58** : 107-119.
- Le terrain houiller au sondage du Jardiné à Thulin. *BSBGPH*, **58** : 173-193.
- Présentation d'un nouvel état du tableau stratigraphique des sondages, avaleresses et travers-bancs du Bassin houiller de Campine. *ASGB*, **72** : B. 469-473.
- 1950**
- (Delmer A., Tavernier R. & Legrand R.) Note préliminaire sur les possibilités pétrolières du sous-sol belge. *AMB*, **49** : 12-21.
- Les exploitations de lignite du Bas-Rhin. Chapitre 1 : le gisement lignitifère. *AMB*, **49** : 154-161.

- (Delmer A. & Stassen P.) Ébauche d'une carte du réseau hydrographique en Campine au temps de la formation d'une couche de houille. *AMB*, **49** : 777-783.
- Coupe en Houiller du sondage n° 118 de Bourg-Léopold (Campine). Le Westphalien B en Campine occidentale. *BSBGPH*, **59** : 262-274.
- Le sondage de la Brasserie (Montroeuil-sur-Haine) et les allures du Comble Nord dans l'extrémité Ouest du Couchant de Mons. *BSBGPH*, **59** : 400-405.
- (Delmer A. & Bollen J.) Un sondage intérieur profond au siège Crachet (Frameries) des Charbonnages belges. *BSBGPH*, **59** : 405-410.
- X-ray Crystallography par R.W. James. Analyse. *BSBGPH*, **59** : 445-446.
- 1951**
- La sédimentation cyclique et notamment la sédimentation houillère considérée comme un phénomène d'oscillations de relaxation auto-entretenues. Compte rendu du 3^{ème} Congrès de Stratigraphie du carbonifère, Heerlen-Maastricht, **1** : 135-139.
- Le troisième Congrès de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère. *BSBGPH*, **60** : 248.
- Compte rendu de la session extraordinaire de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie et de la Société géologique de Belgique tenue au Grand-Duché de Luxembourg les 7, 8, 9 et 10 septembre 1951 (M. Lucius, directeur). *BSBGPH*, **60** : 269-302.
- 1952**
- Pécoptéridées. Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. 1-Flore fossile, 4ème fascicule, par Paul Corsin. Compte rendu. *BSBGPH*, **61** : 319-320.
- The Dynamics of Faulting. Second edition, par E.M. Anderson, compte rendu. *BSBGPH*, **61** : 322-323.
- Coupes des sondages du Bassin houiller du Nord de la Belgique. Sondages 104 et 105. *AMB*, **51** : 313-338.
- 1953**
- Présentation de la carte hypsométrique du socle paléozoïque de la Belgique par Mr R. Legrand. *BSBGPH*, **62** : 61-62.
- Rencontre d'un puits naturel dans les travaux souterrains du Rieu-du-Cœur (présentation d'échantillons). *BSBGPH*, **62** : 87-88.
- 1954**
- (Delmer A. & Fixmer H.) Découverte de l'horizon de Quaregnon dans la Basse-Sambre. *BSBGPH*, **63** : 42-49.
- La stratigraphie du sondage de Turnhout. *BSBGPH*, **63** : 74.
- (Delmer A. & Denayer M.E.) Présentation d'échantillons. *BSBGPH*, **63** : 277.
- (Delmer A. & Ancion Ch.) Le Namurien. *Prodrome d'une description géologique de la Belgique. Société géologique de Belgique*, Liège, Vaillant-Carmagne : 323-352.
- (Delmer A. & Ancion Ch.) Le Westphalien. *Prodrome d'une description géologique de la Belgique. Société géologique de Belgique*, Liège, Vaillant-Carmagne : 353-367.
- (Ancion Ch. & Delmer A.) Sur un schéma paléogéographique de la sédimentation au cours des temps houillers. *Prodrome d'une description géologique de la Belgique. Société géologique de Belgique*, Liège, Vaillant-Carmagne : 365-367.
- (Delmer A. & Graulich J.-M.) Échelles stratigraphiques des gisements houillers de Belgique et des régions voisines, avec notice explicative. *Prodrome d'une description géologique de la Belgique. Société géologique de Belgique*, Liège, Vaillant-Carmagne : annexe dans la pochette.
- (Delmer A., Graulich J.-M. & Renier A.) Échelle stratigraphique des gisements houillers de la Belgique et de régions voisines. *AMB*, **1954** : 824.
- (Delmer A. & Graulich J.-M.) Description des terrains houillers traversés par le sondage de Chertal (Bassin de Liège). *ASGB*, **78** : B 139-146.
- (Delmer A. & Gulinck M.) Rapport sur des essais hydrologiques effectués au sondage de Bullen (Meeuwen). Sondage n° 121, pl. Gestelw, n° 200 (II). Charbonnage Les Liégeois à Zwartberg. *Service géologique de Belgique*, 10 p. Rapport interne.
- 1955**
- Le sondage n° 122 à Webbekom près de Diest. *Publication de l'Association pour l'étude de la Paléontologie et de la Stratigraphie houillères*, Bruxelles, **21** (hors-série) : 153-171.
- Le terrain houiller au sondage n° 121 (Meeuwen-Bullen). Le Westphalien C en Campine. *BSBGPH*, **64** : 222-253.
- Présentation d'un ouvrage de Mr Graulich : La faille eifélienne et le Massif de Herve. Ses relations avec le Bassin houiller de Liège. *BSBGPH*, **64** : 330-331.
- (Grosjean, A., Delmer A., Graulich J.-M., Gulinck M. & Legrand R.) Sondage n° 120 à Turnhout. *Service géologique de Belgique*, rapport interne.
- 1956**
- Signification d'un nouveau tableau de raccord entre les couches de Houiller exploitées en Campine. *BSBGPH*, **65** : 346-347.
- Tableau des couches de Houiller exploitées en Campine. *AMB*, **1956** : 869-870.
- (Delmer André & Delmer Alexandre) Atlas de Belgique, Planches 37 et 38, Charbonnages I et II. Échelle 1 : 200 000. *Comité national de Géographie, Institut géographique militaire*, Bruxelles.
- 1957**
- (Delmer A. & Graulich J.-M.) La sous-zone de Beyne en Campine orientale. *BSBGPH*, **66** : 318-327. Analyse dans *AMB*, 1958, **11** : 1032-1033.
- 1958**
- Note sur l'ensemble des résultats stratigraphiques et tectoniques des trois sondages n° 110, 113 et 117. *Publication pour l'étude de la Paléontologie et de la Stratigraphie houillères*, Bruxelles, **30** : 103-110.
- Coupe des sondages du Bassin houiller du Nord de la Belgique. Sondage de Mechelen-aan-Maas (Mechelensche Bosch n° 114). *AMB*, **1958** : 1092-1111.
- (Delmer A., Graulich J.-M. & Fourmarier P.) Schistosité locale dans le Houiller de Campine. *ASGB*, **81** : B 203-208.
- (Delmer A. & Graulich J.-M.) Solution de quelques problèmes de stratigraphie houillère par la découverte de niveaux à Goniatites. *BSBGPH*, **67** : 425-453.
- (Delmer A. & Piérart P.) Palynologie en Stratigraphie van de Neeroeterengroep (Boven-Westfaliaan C) in de Belgische Kempen met Nota over de stratigrafische en tektonische uitslagen van de drie boringen n° 110, 113 en 117. *Publication pour l'étude de la Paléontologie et de la Stratigraphie houillères*, Bruxelles, **30** : 1-112, 19 pl.
- 1959**
- Le 4ème Congrès international de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère. *Revue des Questions scientifiques*, Louvain, 5ème série, **XX** : 275-277.
- (Delmer A. & Piérart P.) Palynologie et stratigraphie de la zone de Neeroeteren (au NE de Asch). Westphalien C supérieur en Campine. Analyse. *AMB*, **1959** : 315.
- Notice nécrologique. Fernand Racheneur (1875-1959). *BSBGPH*, **68** : 5-6.
- (Delmer A. & Graulich) Sondage de Soumagne 1956-1959. T. 1 et 2. *Service géologique de Belgique*, rapports internes.
- (Grosjean A., Delmer A. & Graulich J.-M.) District minier de Liège-Herve, sondage de Soumagne, Chemin des boeufs, pl.135 W n° 359. *Service géologique de Belgique*, rapport interne.

- 1960**
- (Delmer A. & Bouckaert J.) Contribution à l'étude de l'assise de Chockier dans la bordure septentrionale du bassin de Namur. *BSBGPH*, **68** : 404-409.
 - (Delmer A., Lecompte M. & Waterlot G.) Excursion en Belgique et en France. Coupe Sud-Nord du bassin de Dinant, le long de la vallée de la Meuse. *Livret-guide du Symposium sur le Silurien-Dévonien, Service géologique de Belgique*, Bruxelles, 113-117, 11 fig., 2 tabl.
 - (Delmer A. & Ernst W.) Découverte de l'horizon marin d'Eisden (Domina) dans le massif du Borinage. *BSBGPH*, **69** : 28-31.
- 1961**
- Atlas de Belgique, planche 36 : Énergie. Échelle 1 : 500 000 avec commentaires. *Comité national de Géographie*, Bruxelles, 54 p.
 - Introducing Geology par D.V. Ager. Compte rendu. *BSBGPH*, **70** : 258.
 - (Bouckaert J., Overlau P. & Delmer A.) Stratigraphie du Viséen moyen et supérieur et du Namurien inférieur dans la région de Basècles-Blaton (Tranchée du Mont des Groseillers). *Mémoires de l'Institut géologique de Louvain*, **22** : 241-255.
- 1962**
- Coupes de sondages du bassin houiller du Nord de la Belgique. Sondage de Turnhout. *AMB*, **1962** : 101-138.
 - Coupes de sondages du bassin houiller du Nord de la Belgique. Sondage de Lanklaar (Klein Homo) n° 112. *AMB*, **1962** : 260-279.
 - Atlas des grottes de Belgique, première partie. Compte rendu. *BSBGPH*, **70** : 259.
- 1963**
- Carte des Mines du bassin houiller de la Campine. Commentaires.- Mijnskaart van het Kempens Kolenbekken. Commentaar. *AMB*, **1963** : 739-754, pl. 1-14.
 - (Mortelmans G., Mamet B., Legrand R. & Delmer A.) Excursion I-J. Étude du Calcaire carbonifère du Hainaut. 6ème *Congrès international de Sédimentologie* (Belgique-Hollande), Bruxelles, 30 p.
 - Historical geology of Ireland par J.K. Charlesworth. Compte rendu. *BSBGPH*, **72**: 273.
- 1964**
- La connaissance des profondeurs océaniques par J. Bourcart. Compte rendu. *BSBGPH*, **73** : 204.
 - State of stress in the Earth's crust par W.R. Judd. Compte rendu. *BSBGPH*, **73**: 541.
- 1966**
- Encyclopaedia of Hydraulics, soils and foundation Engineering par Ernst Vollner. Compte rendu. *BSBGPH*, **75** : 404.
- 1967**
- (Delmer A. & Graulich J.-M.) Sondage sur le Thier du Mont à Bas-Prés de Saint-Hubert. *Professional Papers, Geological Survey of Belgium*, **11** : 6 p.
- 1968**
- La zone de Beerlingen et le Namurien dans le Comble nord du Couchant de Mons. *Professional Papers, Geological Survey of Belgium*, **27**: 14 p.
 - Le sondage d'Épinois. *Professional Papers, Geological Survey of Belgium*, **32**: 92 p.
- 1969**
- International Dictionary of Metallurgy-Mineralogy, Geology in four languages, vol. I & II. Analyse. *BSBGPH*, **78**: 275.
- 1970**
- (Delmer A., Wallays M. & de Beer E.) Essais de charge en galerie et en surface avec des plaques de grandes dimensions. *Symposium international de Dynamique des Roches*, Madrid 1968, 13-33.
- 1971**
- Le Wesphalien en Belgique. In : Aperçu géologique des Formations du Carbonifère belge. 7ème Internationaler Kongress für Stratigraphie und Geologie des Karbons, Krefeld. *Professional Papers, Geological Survey of Belgium*, **67**: 7 p.
 - (Bachmann M. & 13 auteurs dont Delmer A.) Exkursionen II. Kollenkalk (Dinantium), flözführendes Oberkarbon (Namurium) und Schichten an der Devon-Karbon Grenze bei Aachen und in den Typus-Localitäten des Mulden von Dinant und Namur. *Congrès international de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère, Krefeld*, **7** : 20 p.
 - Nécrologie d'André Grosjean (1903-1971). *BSBGPH*, **80** : 108-109.
- 1972**
- (Delmer A., Grandjean V. & Graulich J.-M.) Map of coal deposits of Belgium. Explanation of sheet 6 and 10 of the International Map of coal bearing deposits of Europe. 1: 2 500 000 (en russe). *Commission of the Geological Map of the World*, Moscou, 45 p.
 - La géographie des Mines par S. Lerat. Compte rendu. *Bulletin de la Société belge d'Études géographiques*, Gand, 169 p.
 - Origine du Bassin crétacique de la vallée de la Haine. *Professional Papers, Geological Survey of Belgium*, **79**: 13 p.
- 1973**
- (Desoignies J., Mortelmans G., Legrand R. & Delmer A.) Carte géologique de la France au 1 : 50 000, feuille XXVI-5, Saint Amand-Crespin-Mons, avec notice explicative. *Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, Orléans, 1 carte, texte 10 p.
 - (Delmer A., Legrand R., Dejonghe L., Groessens É. & coll.) Le sondage de Boussu. *Professional Papers, Geological Survey of Belgium*, **86**: 110 p.
 - (Bouckaert J., Delmer A., Graulich J.-M. & coll.) Sondage n° 27 Martouzin-Neuville (1967-1973) pl. 185w, n° 407. Notes de débitage. *Service géologique de Belgique*, rapport interne, 166 p.
- 1975**
- Tectonique hercynienne en Hainaut. *Actes 94ème Congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences*, 1 p.
 - Welcoming adress at the 4th Salt water intrusion meeting. *Proceedings of the Salt Water International Meeting*, Ghent, 10-11.
 - (Delmer A., Herman J. & coll.) Les tourbières de la Vieille Haine aux environs de Ghlin. *Professional Papers, Geological Survey of Belgium*, **119** : 25 p.
- 1976**
- Face aux étiages de la Meuse par P. Verly & J. Agrie. Analyse. *La Technique de l'Eau*, Bruxelles, **351** : 28 p.
 - Notice biographique de Marcel Gulinck (1917-1976) et bibliographie. *BSBGPH*, **85** : 127-132.
 - (Dejonghe L., Delmer A. & Groessens É.) Découverte d'anhydrite dans les formations anténamuriennes du sondage de Saint-Ghislain. *Bulletin de l'Académie royale de Belgique, Classe des Sciences*, séance du 10 janvier 1976, **62** : 80-83.
 - (Delmer A. & Tricot J.) Le sondage de Buvrinnès, au lieu-dit « Le Luce ». *Professional Papers, Geological Survey of Belgium*, **135** : 24 p.
- 1977**
- Réunion du 17 mai 1977, consacrée à la tectonique en Belgique. Introduction. *BSBGPH*, **86** : 33.
 - Le Massif de Masse, témoin d'une tectonique salifère en Hainaut. *BSBGPH*, **86** : 45-49.

- In memoriam Jean de Roubaix. *BSBGPH*, **86** : 191.
- Le Bassin du Hainaut et le sondage de Saint-Ghislain. *Professional Papers, Geological Survey of Belgium*, **143**: 12 p.
- (Bouckaert J., Delmer A. & Graulich J.-M.). La structure varisque de l'Ardenne. Essai d'interprétation. *Mededeligen Rijks Geologische Dienst, Haarlem, N.S.* **28/5** : 133-134.
- 1978**
- (Delmer A. & Michot P.) Rapport sur l'activité du Comité national des Sciences géologiques en 1977. *Bulletin de l'Académie royale de Belgique, Classe des Sciences*, **64** : 59-60.
- (Delmer A., Graulich J.-M. & Legrand R.) La recherche d'hydrocarbures en Belgique. Situation 1977. *AMB*, **1978** : 493-501.
- 1979**
- (Delmer A. & 12 auteurs) Compte rendu des excursions du colloque franco-belge de karstologie. *ASGB*, **102** : 155-180.
- Hydrodynamique de la nappe aquifère du Calcaire carbonifère en Hainaut. *ASGB*, **102** : 259-264.
- 1980**
- (Moreau J. & 11 auteurs dont Delmer A.) Florilège des Sciences pendant le 19ème siècle et le début du 20ème . Les Sciences géologiques en Belgique (1920-1980), 709 p. *Bulletin de l'Académie royale de Belgique, Classe des Sciences*, **66** : 185-225 dont Delmer A., Géologie régionale de la Belgique, 217-220.
- (Delmer A. & Vanwichelen P.) Répertoire des puits naturels connus en terrain houiller du Hainaut. *Professional Papers, Geological Survey of Belgium*, **172** : 79 p.
- 1981**
- Le Service géologique. Échos de l'AEZ (Affaires Économiques-Zaken), **1** : 10-11.
- 1982**
- André Amstuts (1901-1981). *BSBGPH*, **91** : 237.
- 1983**
- Hommage à Robert Legrand. *BSBGPH*, **92** : 163-164.
- (Paproth E. & 12 auteurs dont Delmer A.) Bio- and lithostratigraphic subdivisions of the Silesian of Belgium. *ASGB*, **106**: 241-283.
- 1985**
- Maurice-Anthony Biot (1905-1985). *Académie royale de Belgique, Bulletin de la Classe des Sciences*, 5e série, **71** : 404-407.
- (Delmer A., Leclercq V. & Tricot J.) Les sondages exécutés pour la gazéification souterraine à Thulin-Harchies. *Professional Papers, Geological Survey of Belgium*, **217** : 103 p.
- 1986**
- (de Magnée I., Delmer A. & Cordonnier M.) La dissolution des évaporites du Dinantien et leurs conséquences. *BSBGPH*, **95** : 213.
- Calcul des écoulements de nappe aquifère à deux dimensions en régime transitoire. *Professional Papers, Geological Survey of Belgium*, **227** : 83 p.
- Relations tectoniques entre le gisement houiller du Nord français et celui du Borinage. *Annales de la Société géologique du Nord*, **105** : 111-114.
- 1988**
- Le sondage de Saint-Ghislain. Stratigraphie et tectonique en terrain houiller ; sa liaison avec le sondage de Jeumont I. *ASGB*, **111** : 291-295.
- 1991**
- Pierre de Béthune (1909-1991). *Académie royale de Belgique, Bulletin de la Classe des Sciences*, 6e série, 259-261.
- (Delmer A., Leclercq V., Marlière R. & Robaszynski F.) La géothermie en Hainaut et le sondage de Ghlin (Mons-Belgique). *Annales de la Société géologique du Nord*, **101** : 189-206.
- 1992**
- (Dejonghe L., Delmer A. & Hance L.) Les enseignements d'une campagne sismique conduite en Belgique, dans le Hainaut, selon l'axe Erquelinnes - Saint-Ghislain. *Annales de la Société géologique du Nord*, 2e série, **1** : 135-142.
- (Delmer A. & Hance L.) Notice sur Raphaël Conil. *Annuaire de l'Académie royale de Belgique*, 45-83.
- 1993**
- Propos sur la cartographie géologique. *Revue Louvain*, Dossier géologie n° 39 : 13.
- 1995**
- (Delmer A. & Laduron D.) Notice sur Pierre de Béthune. *Annuaire de l'Académie royale de Belgique*, 43-60.
- 1996**
- (Delmer A., Rorive A. & Stenmans V.) Dix ans de géothermie en Hainaut. *BSBGPH*, **105** : 77-85.
- Éloge de Joseph D.H. Donnay (1902-1994). *Académie royale de Belgique, Bulletin de la Classe des Sciences*, 6e série, 79-80.
- 1997**
- À propos de « Terroule ». *ASGB*, **120** : 203-204.
- (Delmer A., Fairon-Demaret & Strel M.) Notice sur François Stockmans. *Annuaire de l'Académie royale de Belgique*, 15-28.
- Structure tectonique du bassin houiller du Hainaut. *Annales de la Société géologique du Nord*, 2e série, **5** : 7-15
- 1998**
- Hommage à Augustin Lombard (1905-1997). *Académie royale de Belgique, Bulletin de la Classe des Sciences*, 6e série, 11-12.
- (Delmer A. & Geukens F.) Notice sur Étienne Asselberghs. *Annuaire de l'Académie royale de Belgique*, 3-19.
- 1999**
- (Delmer A. & Robaszynski F.) Notice sur René Marlière. *Annuaire de l'Académie royale de Belgique*, 19-50.
- Hommage à Paul Michot (1902-1999). *Académie royale de Belgique, Bulletin de la Classe des Sciences*, 6e série, 347-348.
- 2000**
- Les gisements houillers du Hainaut. Le Couchant de Mons. Les concessions. Service géologique de Belgique. Document interne.
- Guillaume Lambert, témoignage inédit de son passage à Mons de 1839 à 1845. 6ème Congrès de l'Association des Cercles francophones d'Histoire et d'Archéologie de Belgique, Mons, 2000, 205-209.
- 2000**
- (de Crombrugge O. & Delmer A.) Un savant, une œuvre : Guillaume Lambert. *Nouvelle Biographie Nationale*, Académie royale de Belgique, **6** : 261-262.
- Lohest, Marie, Joseph, Maximin, dit Max. *Nouvelle Biographie Nationale*, Académie royale de Belgique, **6** : 281-282.
- (Fairon-Demaret M. & Delmer A.) Stockmans, François. *Nouvelle Biographie Nationale*, Académie royale de Belgique, **6** : 327-329.
- 2001**
- Paul Michot. *Annuaire de l'Académie royale de Belgique*, 3-14.

- (Delmer, A., Dusar M. & Delcambre B.) Upper Carboniferous lithostratigraphic units (Belgium). *Geologica Belgica*, **4** : 95-103.
- 2003**
- (Delmer A., Stenmans V. & Tricot J.) Deux sondages profonds à Fauroeux (Estinnes). *Professional Papers, Geological Survey of Belgium*, **299**: 42 p.
- (Delmer A. & Da Silva A.-C.) Jean-Marie Graulich (1920-2001). *Geologica Belgica*, **6**: 73-80.
- La structure tectonique transfrontalière entre les bassins houillers de Valenciennes (France) et du Hainaut belge. *Geologica Belgica*, **6** : 171-180.
- 2004**
- Tectonique du front varisque en Hainaut et dans le Namurois. *Memoirs of the Geological Survey of Belgium*, **50**: 1-62.
- 2005**
- (Delmer A. & Paproth E.) Sur la structure varisque de l'Ardenne. *Académie royale de Belgique, Mémoires de la Classe des Sciences*, 3e série, **8**: 1-28.
- (Groessens É. & Delmer A.) Marius Lecompte. *Nouvelle Biographie Nationale*, Académie royale de Belgique, **8**: 235-236.
- (Delmer A. & Hance L.) Conil, Raphaël. *Nouvelle Biographie Nationale*, Académie royale de Belgique, **8**: 65-67.
- 2007**
- de Béthune, Pierre. *Nouvelle Biographie Nationale*, Académie royale de Belgique, **9**: 105-106.
- Thoreau, Jacques. *Nouvelle Biographie Nationale*, Académie royale de Belgique, **9**: 343-344.
- (Bellière J., Boulvain F., Dejonghe L., Delmer A., Laloux M. & Poty E.) La carte géologique de Wallonie. Académie royale de Belgique . Comité de l'Académie pour les Applications de la Science, 1-12.
- 2008**
- (Lefebvre B. & Delmer A.) Notice sur Georges Ubaghs. *Annuaire de l'Académie royale de Belgique*, 3-12.
- 2010**
- (Dejonghe L. & Delmer A.) Biographie d'Ivan de Magnée. *Nouvelle Biographie Nationale*, Académie royale de Belgique, **10**: 136-138.
- Fourmarier, Paul. *Nouvelle Biographie Nationale*, Académie royale de Belgique, **10**: 189-192.
- Obituary. Décès de Jacques Chalard. *Miscellanea Geologica*, 31-10-2010 : 9.
- 2013**
- L'orogénèse varisque dans le sillon houiller de Haine-Sambre-et-Meuse. *Professional Papers, Geological Survey of Belgium*, **315**: 44 p.
- 2016** (sous presse)
- (Delmer A. & Groessens) Legrand, Robert. *Nouvelle Biographie Nationale*, Académie royale de Belgique.
- Graulich, Jean-Marie. *Nouvelle Biographie Nationale*, Académie royale de Belgique.

ANDRÉ DALINVAL (1920-2015)

par Jean-Pierre LAVEINE (*), Thierry OUODOIRE (*) & Jessie CUVELIER (**)

Mots-clés. – Compagnies minières, Bassin houiller, paléobotanique, géologie régionale, histoire des sciences.
Key words. – *Mining companies, coal basin, palaeobotany, regional geology, history of sciences.*

Monsieur André Dalinval nous a quittés le 12 Avril 2015 (Fig. 1). Membre de la Société Géologique du Nord, il fut l'un des acteurs de l'équipe des géologues houillers qui, après la Seconde Guerre Mondiale, ont contribué à gagner la « bataille du charbon » dans le Bassin houiller du Nord - Pas-de-Calais. Le présent portrait va tenter de retracer brièvement la vie et le parcours professionnel et scientifique de cet éminent collègue.

I. – LE CONTEXTE FAMILIAL

La famille de Monsieur André Dalinval était au départ localisée dans le Dunkerquois. Son grand-père paternel, Edmond, est employé à la mairie de Dunkerque dont il deviendra le chef du bureau militaire. Son père, René, dernier d'une fratrie de quatre enfants, est né en 1884. Après des études brillantes à



Fig. 1. – Portrait d'André Dalinval.

Fig. 1. – *André Dalinval's portrait.*

Lille à l'IDN (Institut Industriel du Nord) dont il sortira en 1908, il entre comme Ingénieur à la Compagnie de Lille-Fives, puis ensuite, en 1921, aux Etablissements de construction mécanique Meunier et Cie à Lille. Il y deviendra en 1935 Ingénieur Chef des Services techniques et des Etudes. Entre-temps, à l'issue de la Première Guerre Mondiale, il avait épousé Mademoiselle Germaine Thouvenin. Leur fils unique, André, naît le 11 Avril 1920. Le père, de santé fragile, décède prématurément début 1943 et n'aura donc pas connu le reste de sa descendance. André Dalinval épouse le 17 Juillet 1945 à Lens Mademoiselle Madeleine Mulard (Fig. 2), fille de Monsieur Paul Mulard, Docteur en droit et Chef du Contentieux de la Société des Mines de Lens. De cette union naîtront trois enfants, deux filles et un garçon (Bernadette, Patrick et Martine).

II. – LE PARCOURS SCOLAIRE ET PROFESSIONNEL

Dès l'âge de sept ans (Fig. 3), André Dalinval est pensionnaire au collège puis au lycée de Marcq-en-Barœul, près de Lille. Après l'obtention du Baccalauréat Sciences Expérimentales, il s'inscrit à la Faculté des Sciences de l'Université de Lille en 1940. La réussite successivement aux certificats de Botanique Générale, Zoologie, Minéralogie, Hydrogéologie et Géologie lui confère en Juillet 1943 la Licence ès Sciences, préparatoire au Doctorat (suite à ses résultats brillants en Géologie, il se verra décerner en 1944 la médaille Gosselet par la Société des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille). Mais, dans ces temps troublés, il est requis à l'été 1943 par le service du travail obligatoire (STO). Il échappe toutefois à un transfert en Allemagne en étant embauché comme 'hercheur' (autrement dit pelleteur) aux fosses Notre-Dame (de Juin 1943 à Juin 1944), Déjardin (de Juin 1944 à Juillet 1944) et Vuillemin (de Juillet 1944 à Septembre 1944), toutes localisées dans la région de Douai/Aniche.

Il est bon de rappeler qu'à cette époque les concessions houillères du Nord - Pas-de-Calais appartenaient à un certain nombre de compagnies privées. Mais, de fait, les installations minières étaient aux mains de l'occupant qui les gérât sans souci de leur entretien à long terme, et elles étaient en partie détériorées. A la Libération il va donc falloir redresser la

(*) Musée d'Histoire Naturelle de Lille - Musée de Géologie, 19 rue de Bruxelles, F-59000 Lille ; jplaveine@mairie-lille.fr ; toudoire@mairie-lille.fr
(**) Université de Lille – Sciences et Technologies, UFR Sciences de la Terre (SN5), UMR 8198 du CNRS Evo-Eco-Paléo, F-59655 Villeneuve d'Ascq cedex ; Jessie.Cuvelier@univ-lille1.fr



Fig. 2. – Mariage d'André Dalinval et de Madeleine Mulard.

Fig. 2. – *André Dalinval and Madeleine Mulard's wedding.*

situation. Les compagnies sont nationalisées par ordonnance fin 1944, et huit groupes d'exploitation se substituent aux anciennes concessions privées. Parallèlement, un Service Central de Géologie est créé et il est prévu d'affecter un géologue à chacun des nouveaux groupes.

Compte tenu de son bagage universitaire et de sa localisation à l'époque, c'est donc tout naturellement qu'André Dalinval est engagé en Novembre 1944 en tant que géologue au Service 'Fond' à la Compagnie des Mines d'Aniche (qui va devenir le Groupe de Douai). Il y est nommé Ingénieur-Géologue en Juillet 1945. A partir de là sa carrière va se dérouler normalement. Il est promu Ingénieur Divisionnaire en 1959, menant son travail aux Houillères conjointement avec la préparation de son Doctorat de l'Université de Lille, soutenu le 24 Juin 1960. Avec la réduction progressive de l'extraction houillère dans le Nord de la France et la fermeture d'un certain nombre de sièges, les besoins en information géologique vont aussi aller en diminuant. C'est ainsi qu'au début 1970 André Dalinval est rattaché à la Direction des Services Généraux, en charge des problèmes relatifs aux eaux de surface. Il est ensuite muté au Département Infrastructures et Bâtiments, Service Eaux et Assainissement en Septembre 1970. Il fait valoir ses droits à la retraite le 1^{er} Juillet 1980.

III. – L'ACTIVITÉ SCIENTIFIQUE

Comme ses collègues du Service Géologique nouvellement créé, André Dalinval va contribuer à gagner la 'bataille du charbon' qui représente à l'époque 85% de l'énergie utilisée en France, et pour cela la géologie ne pouvait être absente du débat. Certes, grâce aux travaux des 'grands anciens' de l'Université de Lille, le Professeur Charles Barrois et ses élèves et collaborateurs les Professeurs Pierre Pruvost et Paul Bertrand, les principales structures du bassin houiller étaient assez bien identifiées, en s'appuyant notamment sur la reconnaissance et la localisation des niveaux marins et la distribution des faunes et flores fossiles. Mais, en 1945, le contexte général change. Alors que du temps des compagnies privées la concurrence et par voie de conséquence le goût du secret régnaient, ne serait-ce par exemple que sur la succession des veines dans les diverses concessions, la nationalisation va imposer une rationalisation des moyens et des informations. C'est ainsi qu'il devient impératif d'établir un tableau de concordance des veines pour l'ensemble du bassin. Ceci va passer obligatoirement par une amélioration des coupes stratigraphiques normales pour chaque siège, ce qui représente un travail considérable dans un bassin aussi tectonisé que le bassin du Nord - Pas-de-Calais. Qui plus est, avec la modernisation des installations minières et la mécanisation



Fig. 3. – André Dalinval à 7 ans.

Fig. 3. – *André Dalinval, 7 years old.*

de l'exploitation, la superficie des panneaux d'exploitation augmente grandement et, par voie de conséquence, le coût de préparation d'un chantier augmente dans les mêmes proportions. Les exploitants, c'est-à-dire les chefs de siège, ont besoin de connaître la localisation précise et les caractéristiques de la veine qu'ils vont mettre en exploitation, ce qui va conditionner la rentabilité du siège dont ils ont la charge. Le degré de précision (et de responsabilité) demandé aux géologues houillers change donc d'échelle. Il va falloir par conséquent trouver des niveaux-repères supplémentaires pour répondre aux exigences de l'exploitation. Ces niveaux-repères sont essentiellement d'ordre paléontologique, lithologique et sédimentologique. Leur mise en évidence va exiger une discipline rigoureuse, et l'accumulation de données récoltées pas à pas. Une fois ce travail fondamental réalisé, des corrélations plus fines deviennent possibles qui, à leur tour, permettent une amélioration des interprétations structurales. André Dalinval, comme tous ses collègues du Service Géologique (et la liste bibliographique ci-jointe en fait foi), aura donc à mener conjointement des recherches de paléontologie, de sédimentologie, de stratigraphie et de géologie structurale.

Dans le domaine paléontologique, tous les géologues du bassin houiller ont été par la force des choses des 'généralistes' de haut niveau. Comment aurait-il pu en être autrement ? Quand on a la responsabilité de suivre l'avancée de sondages ou le creusement de nouvelles galeries souterraines (= bowettes) et de localiser la séquence recoupée dans l'échelle stratigraphique générale, aucun type de données ne peut être négligé et il est impératif de relever tous les niveaux fossilifères (et autres) susceptibles d'avoir une certaine extension horizontale pour asseoir les corrélations entre les secteurs. Le ton est donné à ce sujet dès le paragraphe introductif de sa première note en 1947, faisant état d'investigations à la Fosse n°1 de L'Escarpelle, en vue d'assimiler son gisement avec celui des Sièges Bernard et Déjardin, ses voisins à l'est, pour y trouver le niveau repère à *Leaia minima* (petit crustacé d'eau douce), connu par ailleurs pour être situé à environ 75 m en stampe normale au mur du niveau marin de Poissonnière. Tous les ingrédients sont donc là énoncés : les niveaux repères de tous ordres, les caractéristiques des dépôts (d'eau douce ou marins), le problème des corrélations, etc. Des notes ultérieures traiteront de problèmes similaires : en 1953, découverte du niveau marin de Rimbert (qui marque la limite entre le Westphalien B et le Westphalien C) dans le synclinal de Dorignies à la Fosse Notre-Dame; en 1960, découverte, pour la première fois en France, de *Reticuloceras metabilingue* et *R. wrighti* (Céphalopodes Ammonoïdés, Goniatitidés), caractéristiques du Namurien supérieur, au Siège De Sessevalle du Groupe de Douai. Ces quelques informations attestent de la 'polyvalence paléontologique' d'André Dalinval. Toutefois, son domaine d'expertise est la flore fossile, et tout particulièrement, le groupe des Pécoptéridées, un groupe de fougères fossiles particulièrement abondantes au Carbonifère, mais difficiles à cerner précisément. Elles feront le sujet de sa thèse de Doctorat, supervisée par Monsieur Paul Corsin, Professeur de Paléobotanique à l'Université de Lille, et soutenue avec succès en Juin 1960. Ce travail monumental, de 222 pages et 61 planches photographiques de grande qualité, fruit d'une dizaine d'années de recherches, analyse les caractéristiques morphologiques et la répartition tant horizontale que verticale de toutes les espèces de Pécoptéridées présentes dans le bassin, ainsi que leurs zones d'abondance. La qualité de ce travail lui vaudra en 1960 l'obtention du Prix Paul Bertrand, décerné par la Société des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille. Comme il est généralement de mise, l'évolution des connaissances a entraîné quelques modifications sur un certain nombre de points, mais le travail d'André Dalinval restera toujours une référence majeure dans ce domaine.

Dans les domaines de la sédimentologie et de la stratigraphie, la remarquable découverte de Jacques Chalard des premiers tonstein dans le Bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais en 1951 va être le départ d'une belle aventure pour tous les acteurs du Service Géologique, sous la houlette d'Alexis Bouroz, Chef du Service. Rappelons que les tonstein (mot d'origine allemande signifiant littéralement pierres argileuses) forment des lits généralement de couleur claire et d'épaisseur réduite (centimétrique à décimétrique). Ils correspondent à des accumulations de particules d'origine volcanique plus ou moins altérées en argiles, au sein des séries houillères. Ils étaient déjà connus dans un certain nombre de bassins, et notamment dans le Bassin de la Sarre où les bancs, généralement de plusieurs décimètres (et très exceptionnellement de plusieurs mètres) d'épaisseur peuvent se suivre sur de grandes étendues, constituant de ce fait d'excellents repères stratigraphiques. Mais, dans le Bassin du Nord, leur épaisseur est en général réduite, et ils ne sont pas toujours de couleur claire, d'où leur découverte plus tardive. Une première étape va donc porter bien évidemment sur la recherche systématique des tonstein dans tous les groupes d'exploitation, recherche à laquelle André Dalinval prendra toute sa part, comme en témoignent une note en 1956 et sa dernière note en 1969. Pour montrer la complémentarité de toutes ces recherches, il est bon de signaler que, dans le travail cité ci-avant sur la localisation du niveau marin de Rimbert dans le synclinal de Dorignies, c'est la découverte préalable du tonstein Viterbe, qui se situe à la partie supérieure du Westphalien B, qui a engendré la recherche et la découverte dudit niveau marin un peu plus haut dans la série stratigraphique.

Enfin, est-il nécessaire de rappeler que c'est seulement sur la base d'analyses stratigraphiques fines que peuvent progresser les interprétations structurales ? Dans ce domaine aussi André Dalinval aura pleinement pris sa part. En 1961 il est co-auteur de la note analysant la structure du Bassin houiller du Nord de la région de Douai à la frontière belge. Il est impossible de résumer en quelques lignes ce travail dense et extrêmement documenté. Il suffit de le parcourir pour voir les nombreuses coupes concernant les sièges appartenant au groupe de Douai pour mesurer l'apport d'André Dalinval à ce 'grand œuvre'. Dans le même esprit et en continuité, notons qu'André Dalinval est également co-auteur en 1963 de la carte du Bassin Houiller du Nord - Pas-de-Calais à la cote -300, un document qui représente à coup sûr une magnifique synthèse des recherches menées par une valeureuse équipe d'ingénieurs-géologues pendant près de vingt ans. Notons que ces remarquables résultats recevront une reconnaissance internationale lors de la tenue en 1963 du Cinquième Congrès International de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère à Paris, avec une excursion géologique pré-congrès programmée dans le Bassin houiller du Nord, sous la responsabilité bien évidemment des membres du Service Géologique du Bassin du Nord - Pas-de-Calais qui, dans la foulée, participeront au Congrès suivant, en 1967, à Sheffield en Grande Bretagne.

IV.— CONCLUSION

La liste bibliographique d'André Dalinval comporte 14 travaux publiés essentiellement par la Société Géologique du Nord dont il fut un membre éminent depuis 1946, et assidu même quand les réunions furent 'délocalisées' de Lille à Villeneuve d'Ascq. Cela lui valut d'être appelé à la présidence de la Société en 1968. Il y fit preuve de son sérieux et de sa compétence habituels. Sur le plan humain, André Dalinval était un homme pudique et discret, certains diraient un peu 'taïeux', ce qui ne l'empêchait pas d'avoir de l'humour et une grande ouverture d'esprit, et d'être toujours prêt à aider les autres.

Le premier auteur de cette notice peut en témoigner, ayant eu l'occasion, lors de la préparation de sa thèse, de voir ses demandes d'information toujours accueillies favorablement, et de profiter des compétences d'André Dalinval lors de descentes communes dans certains sièges du groupe de Douai. André Dalinval a été passionné par ses activités géologiques, qu'il ne put malheureusement mener jusqu'à la fin de sa carrière comme il l'aurait souhaité, compte tenu de l'évolution des charbonnages. Après toute une vie de labeur, marquée par l'obtention de la médaille d'honneur du travail (Argent 1972, Vermeil 1979), il put profiter d'une retraite bien méritée en 1980. En compagnie de son épouse avec laquelle il formait un couple fusionnel, il put entreprendre de nombreux voyages et s'adonner à diverses activités sportives et culturelles, avant que la fatalité ne lui enlève son épouse, et donc sa joie de vivre, en 2013. Il nous

a quittés le 12 Avril 2015, au lendemain même de son quatre-vingt-quinzième anniversaire.

Remerciements. — Nous remercions très vivement Madame Bernadette Dalinval-Ragot, Madame Martine Dalinval-Fois et Monsieur Patrick Dalinval, qui ont eu l'extrême amabilité de mettre à notre disposition les documents familiaux présentés dans cette notice. Nos plus vifs remerciements également à Monsieur Peppino Ferri, de l'Agence Nationale pour la Garantie des Droits des Mineurs à Noyelles-sous-Lens, pour les documents qu'il a bien voulu nous transmettre relatifs à la carrière de Monsieur André Dalinval aux H.B.N.P.C. La relecture de cet article a été réalisée par MM. Paul Broquet (Professeur honoraire, Université de Franche-Comté) et Jean-François Deconinck (Professeur, Université de Bourgogne).

BIBLIOGRAPHIE D'ANDRÉ DALINVAL

- DALINVAL A. (1947). — Découverte d'*Anthrapalaemon* et d'un second horizon à *Leaia* dans le terrain houiller du Nord. *Annales de la Société Géologique du Nord*, **LXVII** : 27-33.
- DALINVAL A., STIEVENARD M. & TOURNAY G. (1952). — Une nouvelle hypothèse sur la structure du gisement houiller de la région Leforest-Ostricourt-Evin. *Annales de la Société Géologique du Nord*, **LXXII** : 84-98.
- DALINVAL A. & STIEVENARD M. (1953). — Découverte du banc marin de Rimbart, dans le synclinal de Dorignies, à la fosse Notre-Dame du Groupe de Douai. *Annales de la Société Géologique du Nord*, **LXXIII** : 191-197.
- CORSIN P. & DALINVAL A. (1954). — Sur l'attribution des *Megaphyton* et des *Caulopteris* à certain type de *Pecopteris*. *Comptes-Rendus Hebdomadaires de l'Académie des Sciences de Paris*, **239** : 1529-1531.
- DALINVAL A. (1954). — Quelques niveaux repères dans le houiller inférieur du bord nord du bassin au siège Lemay. *Annales de la Société Géologique du Nord*, **LXXIV** : 125-137.
- DALINVAL A. & DOLLE P. (1956). — Les tonstein des assises de Vicoigne et d'Anzin. *Annales de la Société Géologique du Nord*, **LXXVI** : 68-82.
- CHALARD J. & DALINVAL A. (1960). — Découverte de *Reticuloceras metabilingue* Wright et *R. wrighti* Hudson au Siège de Sessevalle du Groupe de Douai des H.B.N.P.C. *Annales de la Société Géologique du Nord*, **LXXX** : 5-10.
- DALINVAL A. (1960). — *Contribution à l'étude des Pécoptéridées : les Pecopteris du bassin houiller du Nord de la France*. Thèse Université de Lille, Imprimerie Duriez-Bataille, Lille (aussi publié dans la série des *Etudes géologiques pour l'Atlas de topographie souterraine. I. Flore fossile, 3^e fascicule*) : 222 p., 61 pl.
- BOUROZ A., CHALARD J., DALINVAL A. & STIEVENARD M. (1961). — La structure du bassin houiller du Nord de la région de Douai à la frontière belge. *Annales de la Société Géologique du Nord*, **LXXXI** : 173-220.
- BOUROZ A., STIEVENARD M., BUISINE M., CHALARD J., DALINVAL A., DOLLE P., PINEL G. & PUIBARAUD G. (1963). — Carte des zones stratigraphiques à la cote -300. Service des Ressources et des Etudes Géologiques, Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-calais (Edition 1963, Institut Géographique National).
- DALINVAL A. (1963). — Excursion A1 Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais. 4- Etude d'une série stratigraphique de la base de l'assise de Vicoigne au puits du Midi du Groupe de Douai. *In* : Cinquième Congrès International de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère (Paris, septembre 1963). Résumés : 3 p.
- BOUROZ A., BUISINE M., CHALARD J., DALINVAL A. & DOLLE P. (1964). — Voyage d'étude n°1. Bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais. *Compte Rendu du Cinquième Congrès International de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère* (Paris, 1963), **I** : 3-33.
- DALINVAL A. (1964). — Excursion C : Sédimentologie de la base du Westphalien A. Groupe de Douai, Siège 9 de L'Escarpelle. *In* : Réunion des sédimentologues français, groupe Structure des sédiments : 5 p.
- BUISINE M., DALINVAL A., DOLLE P., LAMOTTE M. & VIGREUX S. (1969). — Mise au point des connaissances actuelles sur la répartition stratigraphique et géographique des tonstein du Namurien, Westphalien A et B du bassin houiller Nord - Pas-de-Calais. *Annales de la Société Géologique du Nord*, **LXXXIX** : 261-275.

ELOGE A PAUL HUVELIN (1932-2015)

A tribute to Paul Huvelin (1932-2015)

par Daniel VACHARD (1) & Elisabeth LOCATELLI (2)

Mots-clés. – Nécrologie, géologie, Maroc, Paléozoïque, anti-nucléaire.
Key words. – *Necrology, geology, Morocco, Palaeozoic, anti-nuclear.*

ENTRONS DANS LA MORT LES YEUX OUVERTS

(*Marguerite Yourcenar : Mémoires d'Hadrien*)

Paul, tu étais clair, limpide et sans artifice. Tu étais un modeste, comme les a chantés Brassens, c'est-à-dire un remarquable caractère tout à l'inverse de l'air du temps, fidèle à tes convictions et capable de les défendre jusqu'au bout, sans compromission. Tu étais un sportif et un ascète, mais qui n'aurait jamais imposé une quelconque éthique de vie à qui que ce soit. Ta fibre artistique fit de toi un grand connaisseur des peintures naïves et des hanbels marocains. Tu pris de nombreuses photographies d'admirables visages au Maroc, puisant aussi ton

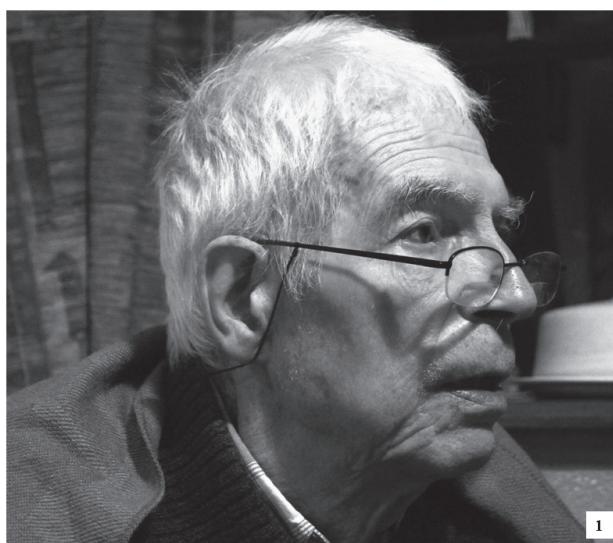


Fig. 1. — Photographie de Paul Huvelin (aimablement communiquée par Mme Irène Gunepin).

Fig. 1. — Photo portrait of Paul Huvelin (by courtesy of Mrs Irène Gunepin).

inspiration dans les champs meusiens ou les graffitis parisiens. Tu t'exprimais dans un français simple et châtié, d'une voix douce et chaude. La maladie de Parkinson, qui devait t'emporter le 14 juin 2015 n'avait pu ternir l'intensité de ton regard (Fig. 1) ; elle avait juste affecté ton écriture (Fig. 2) et retardé les articles scientifiques que tu souhaitais transmettre. Toutes les personnes qui prirent la parole à tes funérailles (Gunepin, 2015 ; Godinot, 2015 a-b ; Jossen, 2015) ont souligné avec quelle énergie tu livras tes derniers grands combats intellectuels. Homme de cœur et homme de science, sûr de tes certitudes quoique toujours ouvert à la discussion, tu en étais venu à te poser la principale question de notre époque : « mais que faire du nucléaire » ?

Dans ta vie de géologue, notamment au Service Géologique du Maroc, tu t'étais consacré à découvrir des ressources naturelles, sans trop te préoccuper des conséquences humaines, écologiques et sociales de tes recherches. Puis, confronté au problème géologique d'un plateau calcaire faillé, failli et dévoyé, tu avais bientôt compris la nocivité du tout-nucléaire, de ses déchets et de leur corollaire : « comment s'en débarrasser ? ». Ce danger suprême, tu t'y confrontas, et quasi *de visu*, en aidant activement une association qui tentait de redonner joie et espoir aux enfants de Tchernobyl, victimes pacifiques du nucléaire civil.

LE MEMBRE DE LA SGN

Membre de la SGN, de 1986 à sa mort, Paul y publia plusieurs articles importants. Il sut lui rester fidèle, quand notre société traversa les tempêtes de la fin du vingtième siècle et que tout s'en allait à vau-l'eau. Chaque fois qu'il parlait de la SGN, et spécialement de Madame Corsin qui était alors sa directrice aux publications, Paul exultait et louait la qualité des planches de nos *Annales*, surtout celles qui avaient été imprimées à partir des zircons de Boudoufoud (Huvelin & Gasquet, 2003) (Fig. 3). Chez nous il sortit plusieurs notes scientifiques sur le Maroc (Huvelin & Mamet, 1989 ; Huvelin, 1992 ; Beun & Huvelin,

(1) 1 rue des Tilleuls, F-59152 Gruson ; Daniel.Vachard@univ-lille1.fr ou Daniel.Vachard@free.fr

(2) UMR 8198 CNRS - Université Lille 1 « Evo-Eco-Paléo », UFR des Sciences de la Terre (SN5), F-59655 Villeneuve d'Ascq cedex ; Elisabeth.Locatelli@univ-lille1.fr

Sabé, le 2 mai 2012

Cher Daniel, chère Thérèse, je suis en retard cette année sur tous les Français, puisque parti de France en avril au lieu de mai comme les autres années. J'espère aller à Agouy, Khonifa (et Aguelmous), puis faire un peu de tourisme à Tinebhir et Tagzina. Je serai à Naix début juin et à Paris le 10 juin. Avec mes pensées les meilleures. Paul Huvelin.

Fig. 2. — Correspondance entre Paul Huvelin et Daniel Vachard (2012), lors d'une dernière mission de terrain de Paul au Maroc. Collection Daniel Vachard.

Fig. 2. — Correspondence between Paul Huvelin and Daniel Vachard (2012), during the last field mission of Paul in Morocco. Daniel Vachard's collection.

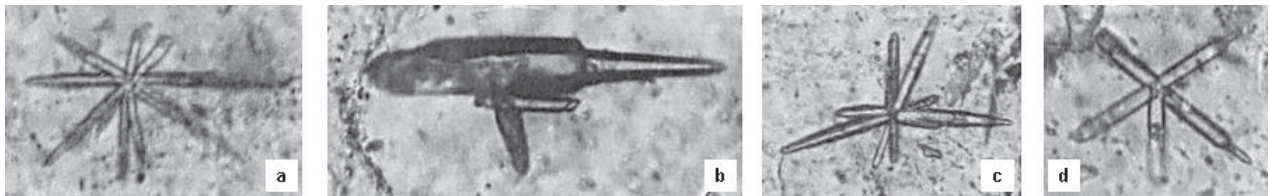


Fig. 3. — Zircons de Boudoufoud (Maroc) illustrés par Huvelin & Gasquet (2003) (avec l'autorisation de MM. Dominique Gasquet et Alain Blicek ; © Société Géologique du Nord). a, c-d. Associations (ou macles ?) de zircons aciculaires. b. Zircon en javelot, peut-être maclé.

Fig. 3. — Zircons from Boudoufoud (Morocco), previously illustrated by Huvelin & Gasquet (2003) (with authorization of Messrs Dominique Gasquet and Alain Blicek; © Société Géologique du Nord). a, c-d. Assemblages (or twinnings?) of acicular zircons. b. Javelin-like zircon, perhaps twinned.

1992 ; Huvelin et Gasquet, 2003). Nous avons un gros travail en cours (Fig. 4) que, bien-sûr, nous projetons de publier dans les *Annales de la SGN*. Il ne verra jamais le jour...

SA VIE, SON ŒUVRE

Paul naquit à Marseille le 10 mars 1932 ; il était l'aîné de six frères et sœurs. De son enfance et de son service militaire, qu'il passa comme sous-lieutenant en Mauritanie, il ne parlait guère. En 1956, il sortit ingénieur géologue de l'ENSG de Nancy. A partir de 1960, il fit sa carrière de géologue au Maroc. Il en tira de nombreuses publications (voir liste jointe) et une thèse de Doctorat d'Etat soutenue en 1975 (Huvelin, 1977a). Dans les dernières années passées au Ministère des Mines à Rabat, il coordonna avec minutie la publication des *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, en remplacement de J. Destombes. Paul forma aussi au terrain de nombreux étudiants de l'Ecole Nationale de l'Industrie Minérale (Mines-Rabat) ou de jeunes collègues du Service Géologique.

Quand le Maroc se sépara de ses coopérants français, Paul retourna dans sa petite patrie à Naix-aux-Forges (Meuse). Après une retraite de courte durée, il reprit ses recherches géologiques lors de séjours privés qu'il effectua presque chaque année au Maroc, grâce à l'hospitalité de Madame Amina Joubir. Il se consacra aussi aux belles causes que nous avons déjà évoquées et dont nous allons parler.

LE MAROC

Au Maroc, il travailla surtout sur le massif des Jebilet. En 1966, Jules Agard, directeur du service des Gîtes minéraux au Service Géologique du Maroc, le chargea d'inventorier les indices minéraux de cette région. De 1967 à 1971, il accomplit de nombreuses missions de terrain dans des conditions souvent difficiles, puis il rédigea une thèse de doctorat d'Etat qui fut soutenue, le 28 octobre 1975, devant un jury composé de MM. Bernard, Agard, Michard, Permingeat, Rocci et Sougy, sommités de l'époque. Les observations de terrain, la gîtologie, la pétrographie et la minéralogie, ainsi que les cartes qui accompagnent le mémoire de thèse, sont d'une telle qualité et d'une telle précision, qu'elles n'ont jamais été démenties depuis plus de 40 ans. D'une façon générale, Paul, bon comme le pain, n'éprouva jamais de rancune envers qui que ce soit à la suite d'une polémique scientifique sur le Maroc. Seule une trahison, dont il avait été victime lors d'une excursion de congrès dans ce pays, laissa place à son ressentiment. Un collègue géologue, témoin de la scène, la retraça fort bien dans son discours aux funérailles de Paul (Jossen, 2015).

Dans les Jebilet, Paul s'intéressa surtout aux plissements hercyniens majeurs, parfois accompagnés d'un métamorphisme régional. Comme en beaucoup de régions du Maroc, la série carbonifère commence dans les Jebilet par un flysch à olistolithes et nappes calcaires déposés à partir du Viséen supérieur. Paul s'enquit longuement de découvrir des dépôts du Viséen inférieur qui auraient pu servir de substratum à ce flysch. Malgré nos recherches répétées, nous n'avons jamais réussi à trouver les foraminifères des zones MFZ 9, 10 et 11A

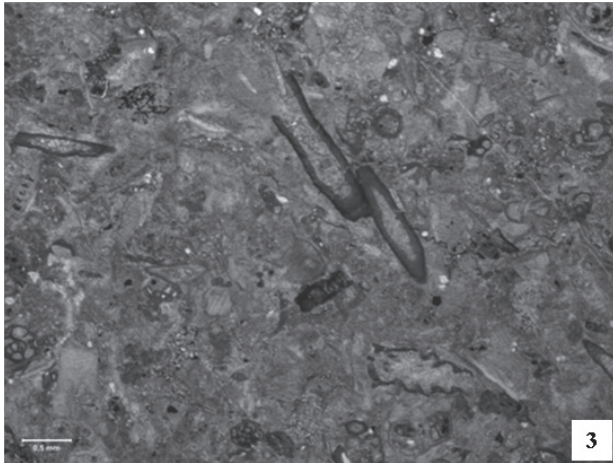


Fig. 4. — Lame mince N° 1406/3 16, en cours d'étude par D. Vachard à la mort de P. Huvelin. Elle montre un microfaciès calcaire à foraminifères *Earlandia*, *Endothyra*, *Consobrinellopsis* et *Pseudolituotubella* ; elle est d'âge viséen moyen MFZ 11B (collection USTL – Université de Lille – I Sciences et technologies). La barre d'échelle mesure 500 microns.

Fig. 4. — Thin section N° 1406/3 16, investigated by D. Vachard upon the death of P. Huvelin. It shows a microfacies of bioclastic wackestone with the foraminifers *Earlandia*, *Endothyra*, *Consobrinellopsis* and *Pseudolituotubella*; it is middle Viséan MFZ 11B in age (USTL collection, Lille University, Sciences and technologies). The scale bar measures 500 microns.

qui auraient confirmé la présence de ce Viséen inférieur. Les niveaux les plus bas que nous identifîâmes furent ceux du Viséen moyen MFZ11B (Fig. 4). Paul poursuivit aussi des recherches géologiques dans les régions orientales du Maroc (Huvelin & Mamet, 1989 ; Huvelin, 1992 ; Huvelin & Gasquet, 2003), où nos avis divergeaient parfois, notamment à propos du Tazekka et du bassin de Jérada. Paul s'intéressa enfin, avec Noël Beun, à la région de Safi située à l'ouest du Maroc (Beun & Huvelin, 1992). En reconnaissance de ses remarquables travaux de terrain et des progrès paléontologiques qu'ils avaient permis, le fossile *Amarellina huvelinii* lui fut dédié (Mamet, 1995 ; Fig. 5).

BARRE SUR BURE

L'ultime objet géologique auquel Paul se confronta fut le massif sud-meusien de Bure, où des déchets nucléaires devaient être enfouis à -500 m dans des argilites et marnes pyriteuses du Callovo-oxfordien (Jurassique moyen-supérieur), avec le double risque de polluer la nappe aquifère oxfordienne et

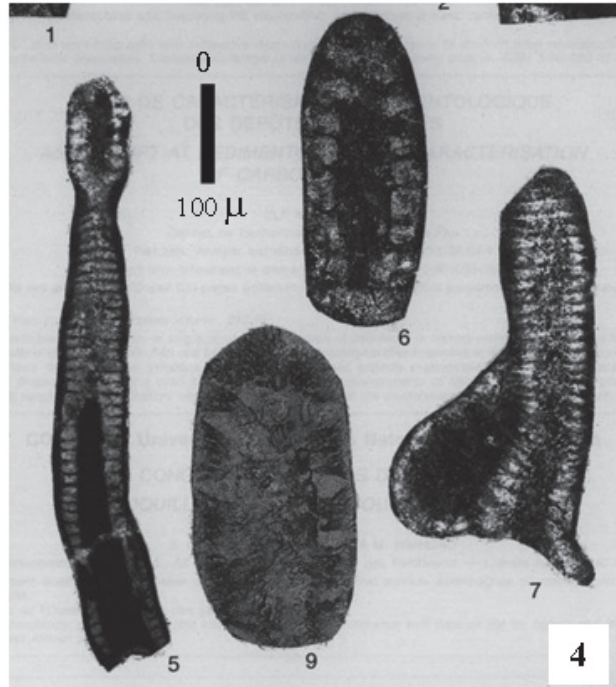


Fig. 5. — Holotype (spécimen 5) et paratypes (spécimens 6, 7 et 9) d'*Amarellina huvelinii* Mamet, 1995. C'est une algue fossile d'âge viséen supérieur (MFZ14). La barre d'échelle mesure 100 microns.

Fig. 5.— Holotype (specimen 5) and paratypes (specimens 6, 7 and 9) of *Amarellina huvelinii* Mamet, 1995, which is a fossil alga, late Viséan (MFZ14) in age. The scale bar measures 100 microns.

d'entraver définitivement les possibilités de développement économique de la région (Huvelin, 2013). D'autant que le réseau hydrographique, s'écoulant vers l'ouest, aurait pu contaminer Paris et toute la vallée de la Seine jusqu'à la mer. L'autre critique de Paul, à propos de Bure, était que des travaux de géophysique du BRGM y avaient détecté un potentiel géothermique, que le stockage des déchets nucléaires eût fait perdre à jamais. Même si ce dernier point fut et est encore minimisé par certains groupes, nous nous rangeons à tes conclusions géologiques, cher Paul, et pensons que tu avais vu juste jusqu'au bout.

Remerciements. — Nous avons reçu l'aide de Mesdames Irène Gunepin et Amina Joubir et de Messieurs Antoine Godinot, Noël Beun, Alain Izart et Jean-Arsène Jossen. Nous remercions Monsieur Dominique Gasquet (Université Savoie Mont Blanc-Laboratoire EDYTEM, UMR 5204 CNRS, Le Bourget du Lac) de sa relecture constructive.

BIBLIOGRAPHIE

- (Références citées autres que celles de P. Huvelin répertoriées dans la section « Publications géologiques de Paul Huvelin » ci-dessous)
- GODINOT A. (2015a). — Le discours de l'Association les Enfants de Tchernobyl Belarus. *Débat public (15 mai-15 décembre)*. World Wide Web address : http://www.villesurterre.eu/index.php?option=com_content&view=category&id=87
- GODINOT A. (2015b). — Hommage à Paul Huvelin. *Enfants de Tchernobyl Belarus*, 23. World Wide Web address : <http://enfants-tchernobyl-belarus.org/virtubook/bulletin-09-2015/index.html>
- GUNEPIN I. (2015). — Le discours d'Irène Gunepin. *Débat public (15 mai-15 décembre)*. World Wide Web address : http://www.villesurterre.eu/index.php?option=com_content&view=category&id=87
- JOSSEN J.A. (2015). — Le discours de Jean-Arsène Jossen. *Débat public (15 mai-15 décembre)*. World Wide Web address : http://www.villesurterre.eu/index.php?option=com_content&view=category&id=87
- MAMET B. (1995). — *Amarellina*, une Paléosiphonocladale (Algue verte) nouvelle du Carbonifère maghrébin. *Bulletin des Centres de Recherche Exploration-Production Elf Aquitaine*, 1 : 293-299.

PUBLICATIONS GEOLOGIQUES DE PAUL HUVELIN
(Liste établie par Antoine GODINOT et les auteurs)

- AZZA A., HUVELIN P. & OVTRACHT A. (1985). — Le gisement barytique du Jbel Irhoud. *Rapport du Service d'Etudes des Gîtes Minéraux*, 1090 : 1-19.
- AZZA A., HUVELIN P. & OVTRACHT A. (1987). — Les karsts barytiques du Jbel Irhoud, Jebilet, Maroc. *In* : 112ème Congrès National des Sociétés Savantes, Géologie Africaine Colloque (Lyon 21-25 avril 1987) : 200-201.
- BARRAKAD A., HUVELIN P., LAFORET C., PEREZ S., PERMINGEAT F. & PICOT P. (1977). — Minéraux de cobalt, d'étain, de bismuth, de sélénium, d'or et d'argent dans l'amas sulfuré à pyrrhotite de Sidi Embarek (Jebilet, Maroc). *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, 37 (267) : 129-138.
- BARRAKAD A., HUVELIN P., LAFORET C., PERMINGEAT F. & PICOT P. (1977). — Sur les minéraux porteurs de nickel et de cobalt du filon cuprifère de Kharrouba (Jebilet orientales, Maroc). *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, 37 (267) : 139-148.
- BEUN N., BOULANGER D., HUVELIN P. & TAJ-EDDINE K. (1986). — Le Paléozoïque de Khemis-n'Ga : un paléorelief sous la série gypseuse jurassico-crétacée des Mouissat (région de Safi, Maroc). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, série D, 302 (1) : 39-42.
- BEUN N. & HUVELIN P. avec la collaboration de BRICE D., BULTYNCK P., DESTOMBES J., MERGL M. & MORZADEC P. (1992). — Le Paléozoïque de Khemis-N'Ga : discordance du Silurien supérieur sur l'Arenig (région de Safi, Maroc). *Annales de la Société Géologique du Nord*, 2^e série, 1 (4) : 171-177.
- CAIA J. & HUVELIN P. (1980). — Baryum et strontium. *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, 276 (1) : 271-308.
- CHANTON-GÜVENÇ N., HUVELIN P. & SEMENOFF-TIAN-CHANSKY P. (1971). — Les deux séries d'âge viséen supérieur du Jbel Hadid près de Khenifra (Maroc hercynien central). *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, 237 (31) : 7-10.
- CHAURIS L. & HUVELIN P. (1964). — Présence de béryl dans le massif des Rehamna (Maroc). *Comptes Rendus sommaires de la Société géologique de France*, 7^e série, 6 (2) : 325-326.
- DEMNATIA H. & HUVELIN P. (1969). — Résultat d'une étude géophysique aéroportée par la méthode électromagnétique input Barringer sur trois zones du district à pyrrhotine des Jebilet (Maroc). *Mines & Géologie*, 11 (29) : 13-24.
- EL AISSAOUI M., BARRAKAD A., EL GHAZI O., BESSON M., DIETRICH J.E., LEVY-ELMALEH M., LAFORET C., MARCIL A., PERMINGEAT F., KOSAKEVITCH A., CLAVEL M., FONTAN F., HUVELIN P., JACOB C. & SCHUBNEL H.J. (1972). — Description provisoire ou sommaire des espèces minérales du Maroc -19 : Béryl de Tafraoute (Anti-Atlas) ; Corindon de Bekrit (Moyen Atlas) ; Molybdénite de Tanncherfi (Maroc oriental) ; Epsomite d'Arhbar (district de Bou-Azzer, Anti-Atlas) ; Brochantite du gîte de cuivre de Bou-Skour (Anti-Atlas) ; Soufre de néoformation du gîte de cuivre de Bou-Skour (Anti-Atlas) ; Cristaux de cuprite de la mine de Bou-Skour (Jbel Sarhro) ; Barytine du Jbel Irhoud (Jebilet) ; Wittichenite de Talaten'Ouamane (Anti-Atlas) ; Cristaux de cérosite et de valentinite de Mejmaa-Salihine (Maroc Central) ; Cristaux de barytine associés au quartz dans le basalte permo-triasique de la région de l'Assif Imini (Haut Atlas) ; Rockbridgite, phosphosidérite et mitridatite des pegmatites de Sidi-bou-Othmane (Jebilet) ; Cristaux de barytine des gîtes d'antimoine de Tafgout et de Koudiat Tibtahine (Maroc Central) ; Sur l'érythrite de Bou-Azzer (Anti-Atlas). *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, 32 (241) : 135-154.
- EL-GHAZI O. & HUVELIN P. (1981). — Présence d'un olistostrome dans le Viséen supérieur volcano-sédimentaire de Tanncherfi (Maroc oriental) : simultanéité de la resédimentation et de l'activité volcanique. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 292 : 91-96.
- ENNADIFI Y., MEDIONI R. & HUVELIN P. (1972). — Feuille de Deboud. Carte géologique du Maroc 1:100 000. NI-30-IX-4.
- FONTAN F., HUVELIN P. & PERMINGEAT F. (1972). — Rockbridgite, phosphosidérite and mitridatite of pegmatites from Sidi-bou-Othmane, Jebilet. *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, 241 (32) : 150-151.
- FONTAN F., HUVELIN P., ORLIAC M. & PERMINGEAT F. (1976). — La ferrisicklélite des pegmatites de Sidi Bou Othmane (Jebilet, Maroc) et le groupe des minéraux à structure de triphylite. *Bulletin de la Société française de Minéralogie et de Cristallographie*, 99 : 274-286.
- HOLLARD H., HUVELIN P. & MAMET B. (1977). — Stratigraphie du Viséen supérieur des Jebilet et âge de la mise en place de la nappe des Jebilet orientales (Maroc). *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, 37 (267) : 7-22.
- HUVELIN P. (1961). — Sur l'âge viséen supérieur des schistes de Kettara et de Djebel Sarhlef (Djebilet Centrales, Maroc). *Comptes Rendus sommaires de la Société géologique de France*, 10 : 290-291.
- HUVELIN P. (1962a). — Précisions sur la genèse de la brèche d'Idjil (Fort-Gouraud, Mauritanie). Chronologie de la formation des minerais de fer et de la brèche. *Bulletin de la Société géologique de France*, 7^e série, 4 (2) : 322-328.
- HUVELIN P. (1962b). — La barytine au Maroc. *Mines & Géologie*, 18 : 37-43.
- HUVELIN P. (1965a). — Les filons hercyniens péneconcordants à pyrrhotine dominante et sans gangue du district des gabbros des Jebilet centrales (Maroc). *Rapport du Service d'Etudes des Gîtes minéraux*. [inédit]
- HUVELIN P. (1965b). — Sols rubéfiés et croûtes calcaires du piémont septentrional du Haut Atlas de Demnate (Maroc). *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, 25 (185) : 95-97.
- HUVELIN P. (1966a). — Les déformations tectoniques en bordure du Haut

- Atlas au Plio-villafranchien et leur extension aux Jebilet orientales (Maroc). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, série D, **262** (10) : 1050-1053.
- HUVELIN P. (1966b). — Karsts minéralisés en barytine au Djebel Irhoud (Jebilet, Maroc). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, **263** : 328-331.
- HUVELIN P. (1967). — Nappe de glissement précoce hercynienne dans les Jebilet (Maroc). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, série D, **265 D** (15) : 1039-1042.
- HUVELIN P. (1969). — Mouvements hercyniens précoces et structure du Jebel Hadid près de Khénifra (Maroc). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, **269 D**, 2305-2308.
- HUVELIN P. (1970a). — Discordance angulaire du Viséen supérieur sur du Cambro-Ordovicien probable dans la région d'Asni (Haut Atlas de Marrakech, Maroc). *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, **30** (225) : 7-10.
- HUVELIN P. (1970b). — Amas stratiformes de pyrrhotine dans les schistes carbonifères du district des gabbros dans la région de Kettara. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, série D, **270** (21) : 2517-2520.
- HUVELIN P. (1970c). — Chevauchements et écaillages précoces hercyniens des terrains antéviziens dans le domaine atlasique (Maroc). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, série D, **270** (23) : 2760-2763.
- HUVELIN P. (1970d). — Mouvements plio-villafranchiens dans la moitié occidentale du Haouz de Marrakech (Maroc). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, **271** (8) D : 704-707.
- HUVELIN P. (1970e). — Mouvements hercyniens précoces dans la région de Mrirt (Maroc). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, série D, **271** (12) : 953-955.
- HUVELIN P. (1971a). — Faisceau de filons de microdiorite et tectogenèse hercynienne dans les Jebilet (Maroc). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, série D, **272** : 28-31.
- HUVELIN P. (1971b). — Indices cuprifères liés au bois fossile dans les basaltes du Permo-trias, région du Jbel Anrhommer (Haut Atlas de Demnate, Maroc). *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, **31** (237) : 233-237.
- HUVELIN P. (1971c). — Compte rendu d'activité de l'année 1971. *Rapport inédit du Service d'Etudes des Gîtes minéraux*, **929** : 5-15.
- HUVELIN P. (1972a). — Carte géologique et des minéralisations des Jebilet centrales au 1:100.000. *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, **232a** : carte en couleurs, 75x81cm, avec une notice de 307 pages.
- HUVELIN P. (1972b). — Carte géologique et des minéralisations des Jebilet orientales au 1: 100.000. *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, **232b** : carte en couleurs, 49x76 cm, avec une notice de 307 pages.
- HUVELIN P. (1972c). — Carte géologique et gîtologique des Jebilet au 1:200.000. *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, **232c** : carte en couleurs, 62x100 cm, avec une notice de 307 pages.
- HUVELIN P. (1973a). — Mouvements préatlasiques, atlasiques et récents dans les Jebilet et leur pourtour. *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, **33** (249) : 83-123.
- HUVELIN P. (1973b). — Déformations hercyniennes précoces dans la région comprise entre Azrou, Aguelmous et Khénifra (Massif hercynien central). *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, **34** (254) : 93-107.
- HUVELIN P. (1975a). — Relations entre la granitisation et les déformations hercyniennes majeures dans Jebilet. Comparaisons avec Oulmès. *Rapport inédit du Service d'Etudes des Gîtes minéraux*, **967** : 1-19.
- HUVELIN P. (1975b). — *Étude géologique et gîtologique du massif hercynien des Jbillets (Maroc occidental)*. Université de Nancy 1, thèse de doctorat de Sciences Naturelles : 2 vol., 305 p.
- HUVELIN P. (1977a). — *Étude géologique et gîtologique du massif hercynien des Jebilet (Maroc occidental)*. *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, **232 bis** : 308 p., 73 fig., 12 pl., 3 cartes géologiques hors-texte (Thèse de Doctorat de l'Université de Nancy, 1975).
- HUVELIN P. (1977b). — Étude géologique plombo-zincifère de Draa Sfar. *Rapport BRPM (Bureau de Recherches et de Participations Minières)* : 433-461.
- HUVELIN P. (1983). — Plutonisme acide à Sidi Lahcen (Paléozoïque du Mekam, région d'Oujda, Maroc oriental) et présence de cornéennes recoupées par des filons à scheelite et wolframite ou à molybdénite. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, **297** (1) : 57-62.
- HUVELIN P. (1984). — Les filons barytiques de Bouznika : déformations hercyniennes. In : Journées Géologiques & Minières (Rabat, avril 1984). Abstract of the Conference (Non paginé).
- HUVELIN P. (1986). — Le Carbonifère du Tazekka (Maroc) : volcanisme et phénomènes de resédimentation. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, série 2, **303** (16) : 1483-1488.
- HUVELIN P. (1988). — Magmatisme permien acide à intermédiaire : le volcan linéaire du Massif du Boudoufoud (Maroc oriental). *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, **44** (334) : 43-49.
- HUVELIN P. (1992). — Le Carbonifère du Tazekka (Maroc) : volcanisme, mise en place des granites et des minéralisations en antimoine. *Annales de la Société géologique du Nord*, 2^e série, **1** (3) : 129-133.
- HUVELIN P. (2013). — Enfouissement de déchets nucléaires à Bure ; pollution de l'eau (pour l'éternité) et abandon de la géothermie. *Cahier d'acteurs*, **147**. World Wide Web address : http://cpdp.debatpublic.fr/cpdp-cigeo/_script/ntsp-document-file_download44db0.pdf?document_id=186&document_file_id=194
- HUVELIN P., BOULOTON J., LE CORRE C. & GRANJUX J.-C. (1989) . — L'évolution structurale du Massif hercynien des Jebilet (Maroc), essai critique sur l'état actuel des recherches. In : L'orogène calédonien, le Maroc et l'orogénie paléozoïque. Programme international de corrélations géologiques, Unesco, PICG, Projet n° 27 (symposium de Rabat, 22 août - 3 septembre 1983). *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, **335** : 295-306.
- HUVELIN P. & GASQUET D. (2003). — Zircons fusiformes dans les granites filoniens du massif hercynien du Boudoufoud (Maroc oriental). *Annales de la Société géologique du Nord*, 2^e série, **10** (1) : 1-13.
- HUVELIN P., LAFORÉ C., MOELO Y., PERMINGEAT F., PICOT P. & REYX J. (1981). — Sur la minéralisation argentifère du filon hercynien du Koudiat-el-Hamra (Jebilet centrales). *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, **42** (308) : 227-248.
- HUVELIN P. & LEVY M. (1969) . — Niobite de Sidi-ben-Azzouz (Rehamna). In : Description provisoire ou sommaire des espèces minérales du Maroc - 16. *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, **29** (213) : 187.
- HUVELIN P. & MAMET B. (1989). — Essai de datation des transgressions et des phénomènes de resédimentation dans le Viséen supérieur-Namurien du Maroc oriental. *Annales de la Société géologique du Nord*, **CVIII** (1988) : 59-67.
- HUVELIN P. & MAMET B. (1997). — Transgressions, faulting and redeposition phenomenon during the Visean in the Khenifra area, western Moroccan Meseta. *Journal of African Earth Sciences*, **25** (3) : 383-389.
- HUVELIN P. & MAZEAS J.-P. (1964). — Présence de cassitérite et de béryl dans les pegmatites hercyniennes de la région de Sidi-bou-Othmane (Jebilet centrales, Maroc). *Comptes Rendus sommaires de la Société géologique de France*, 7^e série, **6** : 419-420.
- HUVELIN P., MOELO Y., PERMINGEAT F. & PICOT P. (1978). — Sur la minéralisation du champ filonien polymétallifère du Roc-Blanc (Jebilet centrales, Maroc). *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, **40** (275) : 239-248.
- HUVELIN P., ORLIAC M. & PERMINGEAT F. (1971). — Graftonite et sarcopside de Sidi-bou-Othmane (Jebilet, Maroc). *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, **31** (237) : 277-284.
- HUVELIN P., ORLIAC M. & PERMINGEAT F. (1972a). — Ferri-alluaudite

- calcifère de Sidi-bou-Othmane (Jebilet, Maroc). *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, **32** (241) : 35-49.
- HUVELIN P., ORLIAC M. & PERMINGEAT F. (1972b). — Arrojadite baryfère de Sidi-bou-Kricha (Jebilet, Maroc) et composition chimique des arrojadites et dickinsonites. *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, **32** (241) : 51-66.
- HUVELIN P., ORTELLI L., PERMINGEAT F. & PICOT P. (1980). — Présence de filons stannifères dans le granite hercynien du Bramram Tabouchent (Jebilet centrales, Maroc). *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, **41** (285) : 231-236.
- HUVELIN P. & PERMINGEAT F. (1980a). — Soufre, pyrite, pyrrhotite. In : Géologie des gîtes minéraux marocains I. *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, **276** (1) : 227-243.
- HUVELIN P. & PERMINGEAT F. (1980b). — Graphite. In : Géologie des gîtes minéraux marocains I. *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, **276** (1) : 245-256.
- HUVELIN P. & SNOEP J.-P. (1965). — Prospection des filons à pyrrhotine dans les Jebilet centrales (Maroc). *Mines & Géologie*, **23** : 21-26.
- HUVELIN P. & VILAND J.-C. (1976). — Les filons de barytines de la région d'Imigdal dans la vallée du Nfis (Haut Atlas occidental). Comptes rendus annuels 1975. *Rapport du Service d'Etudes des Gîtes minéraux* : 10-23.
- HUVELIN P. & VILAND J.-C. (1978). — Quelques filons barytiques du Haut Atlas. *Mines & Géologie*, **43** : 73-89.
- MEDIONI R. & HUVELIN P. (1979). — Feuille Hassiane ed Diab. Carte géologique du Maroc au 1/100 000, notice explicative : 64 p., 4 fig., 1 pl.
- TOURAY J.-C., LEBLANC M., LEVY M., HUVELIN P., DIETRICH J.E., GAUDEFROY C. & BARRAKADA. (1969). — Description provisoire ou sommaire des espèces minérales du Maroc - 16 : Inclusions secondaires dans la fluorine du jbel Tirremi ; Grenat andradite dans la serpentinite métamorphisée (Aït Ahmane, Anti-Atlas central) ; Célestine d'Ighem (région de Bou-Azzer- El-Graara, Anti-Atlas central) ; Niobite de Sidi-ben-Azzouz (Rehamna) ; Pyrite, soufre, calcite, anhydrite, dolomite et quartz en inclusion dans le sel gemme de Taza ; Brochantite, chrysocolle et wulfénite du gîte de cuivre d'Alous (Anti-Atlas occidental) ; Etude cristallographique de l'azurite de Bou-Skour (Jbel Sarhro) ; La strontianite du Tizi n°Talrhemt (Haut Atlas de Midelt). *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, **29** (213) : 181-92.

LISTE DES MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Arrêtée au 15 novembre 2016, établie par Alain BLIECK & Fabien GRAVELEAU

Membres à perpétuité

Voir la note parue dans le tome 19 (2^e série) des *Annales* (2012), p. 175.

Membres à vie (présidents d'honneur)

BRICE Denise, paléontologue, chercheuse émérite, Université Catholique de Lille – FLST & ISA, Lille (59)

ROBASZYNSKI Francis, géologue, professeur honoraire, Polytech'Mons (Belgique), Saintes (17)

Membres titulaires / personnes morales

ADREMAP, Association pour le Développement, la Recherche et l'Étude en matière de Minéralogie, Archéologie et Paléontologie (amateurs), Grande Synthe (59)

AGEOL, Association Géosciences de Lille 1 (étudiants), Villeneuve d'Ascq (59)

APBG, Association des Professeurs de Biologie et Géologie (enseignants du second degré), Sibiville (62)

BDE (Bureau des étudiants) Géosciences Lille, Villeneuve d'Ascq (59)

Société des Eaux du Nord (Lyonnaise des Eaux), Lille (59)

PONCELET Benoît, directeur du Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et de l'Environnement (CAUE) du Nord, Lille (59)

Membres titulaires / personnes physiques

ACQUART Raphaël, lycéen, Tournai (Belgique)

AMBERG Chloé, doctorante, UFR Sciences de la Terre, Université Lille 1, Villeneuve d'Ascq (59)

AMEDRO Francis, professeur Sciences de la vie et de la Terre, Calais (62)

AUGUSTE Patrick, paléontologue-archéozoologiste, chargé de recherche CNRS, UMR 8198 Evo-Eco-Paléo, UFR Sciences de la Terre, Université de Lille – Sciences et technologies, Villeneuve d'Ascq (59)

AVERBUCH Olivier, géologue structuraliste, maître de conférence, UFR Sciences de la Terre, Université de Lille – Sciences et technologies, Villeneuve d'Ascq (59)

BAILLON Christophe, ingénieur, Lille (59)

BALESCU Sanda, maître de conférence, UFR Géographie et Aménagement, Université de Lille – Sciences et technologies, Villeneuve d'Ascq (59)

BEAUCHAMP Niniane, étudiante en Master, Université de Lille – Sciences et technologies, Villeneuve d'Ascq (59)

BECKARY Sophie, Service du développement durable, Ville de Lille (59)

BELIN Jean-Jacques, géologue, retraité de la Société «Filtres et crépines Johnson», Nomain (59)

BERNARD Renaud, étudiant, UFR Sciences de la Terre, Université de Lille – Sciences et technologies, Villeneuve d'Ascq (59)

BERREHOUC Géraldine, géologue, Responsable Risques Naturels, SEMOFI, Archamps (74)

BEUN Noël, maître de conférence retraité, Université de Picardie Jules Verne, Amiens (80)

BLANDIN Marie-Christine, sénatrice du département du Nord, Ronchin (59)

BLIECK Alain, paléontologue, directeur de recherche émérite au CNRS, UMR 8198 Evo-Eco-Paléo, bât. SN5 (Sciences de la Terre), Université de Lille – Sciences et technologies, Villeneuve d'Ascq (59)

BOITEL Laurence, professeure agrégée de lettres, Villeneuve d'Ascq (59)

BONAVENTURE Maryse, professeure Sciences de la vie et de la Terre retraitée, Berck-s/Mer (62)

BONAVENTURE Patrick, pharmacien retraité, Berck-s/Mer (62)

BOUCHAIN Judith, ingénieure géologue (mines et carrières), Eiffage, Machemont (60)

BOUSSIN Jean-Marie, géologue, responsable du Bureau d'Étude SEISM (59)

BOUTON Pascal, géologue, gérant d'Oolite SARL, Monnières (44)

BRETON Gérard, conservateur du patrimoine retraité, Le Havre (76)

BROQUET Paul, professeur honoraire, Université de Franche-Comté, Besançon (25)

BUDZIK Edmond, consultant, directeur de la société Schistes du Nord et du Pas-de-Calais (SNPC), Givenchy-en-Gohelle (62)

BUR Nicolas, maître de conférence, Polytech'Lille, Université de Lille – Sciences et technologies, Villeneuve d'Ascq (59)

CADART Raoul, professeur de SVT retraité, Roellecourt (62)

CAPETTE Ludovic, Namur (Belgique)

CHARLET Jean-Marie, professeur émérite, Polytech'Mons, Mons (Belgique)

COEN-AUBERT Marie, chercheuse, Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique (IRSNB), Bruxelles (Belgique)

COULON Annie, professeure des écoles, Chérens (59)

COULON Hervé, géologue, Département Risques et Développement des Territoires - CEREMA - Direction Territoriale Nord Picardie (ex CETE Nord-Picardie), Lille (59)

CREPIN Benoît, étudiant, Université de Lille – Sciences et technologies, Villeneuve d'Ascq (59)

† CUIR Pierre, professeur agrégé honoraire de SVT, Ronchin (59)

CUVELIER Jessie, ingénieure d'étude CNRS, UMR 8198 Evo-Eco-Paléo, bât. SN5 (Sciences de la Terre), Université de Lille – Sciences et technologies, Villeneuve d'Ascq (59)

DANELIAN Taniel, paléontologue, professeur, UMR 8198 Evo-Eco-Paléo, UFR Sciences de la Terre, Université de Lille – Sciences et technologies, Villeneuve d'Ascq (59)

- DE BAERE Jean-Pierre, géologue, ex-Chef du Groupe Géotechnique du Laboratoire Régional de Lille, retraité du Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement (CETE) Nord-Picardie, Lambersart (59)
- DELFOLIE Gérald, médiateur des sciences, responsable CSTI, Médiathèque d'Agglomération de Cambrai (59)
- DELVAL Thierry, enseignant en SVT au lycée Jean Monnet (Crépy-en-Valois), Pont-Sainte-Maxence (60)
- DEROO Gérard, L'Étang La Ville (78)
- DESCHODT Laurent, géoarchéologue, INRAP, Mons-en-Barœul (59)
- DE WEVER Patrick, professeur (patrimoine géologique), Département Histoire de la Terre, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (75)
- DEZWARTE Jean-Marie, hydrogéologue retraité du BRGM, Marcq-en-Barœul (59)
- DOFFE Michel, enseignant retraité, Seclin (59)
- DUCHAUSSOIS François, professeur de SVT retraité, Neuville-Saint-Amand (02)
- DUCHEMIN Renée, Inspectrice d'Académie - Inspectrice Pédagogique Régionale honoraire, Académie de Lille, Lille (59)
- DUPUIS Christian, géologue, professeur, Polytech'Mons, Mons (Belgique)
- DUPUIS Matthieu, doctorant, Université de Lille – Sciences et technologies, Villeneuve d'Ascq (59)
- EL KHATTABI Jamal, maître de conférence, Polytech'Lille (géologie de l'ingénieur), Université de Lille – Sciences et technologies, Villeneuve d'Ascq (59)
- FAÏ-GOMORD Ophélie, ingénieure géologue, Wezembeek-Oppen (Belgique)
- FERRANDON Alain, retraité, Paris (75)
- GAYOT Philippe, Conservateur du patrimoine, président de l'Association des Conservateurs des Musées du Nord – Pas-de-Calais, La Madeleine (59)
- GIGAUX Alain, professeur de SVT retraité, trésorier de l'APBG, Sibiville (62)
- GOEMAERE Eric, géologue, Service Géologique de Belgique, Bruxelles (Belgique)
- GOMEZ Gustave, retraité, membre de la FFAMP, Calonne-sur-la-Lys (62)
- GOURVENNEC Rémy, paléontologue, chargé de recherche CNRS, Université de Bretagne Occidentale, Brest (29)
- GRAVELEAU Fabien, géologue, maître de conférence, UFR Sciences de la Terre, Université de Lille – Sciences et technologies, Villeneuve d'Ascq (59)
- GUILLOT François, chercheur associé, UFR Sciences de la Terre, Université de Lille – Sciences et technologies, Villeneuve d'Ascq (59)
- GUYETANT Gaëlle, géologue, chargée de mission patrimoine géologique, Conservatoire d'Espaces Naturels du Nord et du Pas-de-Calais, Lillers (62)
- HAMELIN Arnaud, géologue, Groupe Carrières du Boulonnais, Boulogne-sur-Mer (62)
- HENNION Marie, technicienne, département Histoire de la Terre, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris
- JULLIEN Claire, ingénieure hydrogéologue, Antea Group, Lezennes (59)
- LACQUEMENT Frédéric, géologue, Bureau de recherches géologiques et minières, Orléans (45)
- LASSERRE Emilie, jardinière et animatrice, Association la Maison du Jardin, Roubaix (59)
- LAUWERS Alain, géologue, société Lhoist, Bouge (Belgique)
- LAVEINE Jean-Pierre, professeur de paléobotanique, retraité de l'Université de Lille – Sciences et technologies, conservateur universitaire au Musée d'histoire naturelle, Lille (59)
- LECAILLE Sybil, professeure de SVT, Néchin (Belgique)
- LECOMTE Justin, chargé d'études en hydrogéologie, hydrologie et hydromorphologie – CEREMA, Direction Nord Picardie, Sequedin (59)
- LEGRAND Jean-Marc, retraité, Cappelle-Brouck (59)
- LEGRAND Marie-France, retraitée, Cappelle-Brouck (59)
- LEGRAND Philippe, ingénieur, docteur d'université, Lempdes (63)
- LEGRAND Philippe, ingénieur géologue, retraité Exploration pétrolière, Gradignan (33)
- LEGRAND Victor, lycéen, Cappelle-Brouck (59)
- LEGRAND-BLAIN Marie, paléontologue, retraitée de l'université (ex-Universités d'Alger, Pau et Bordeaux 3), Gradignan (33)
- LEMOINE Guillaume, géologue et écologue, Etablissement Public Foncier du Nord – Pas-de-Calais, EuraLille (59)
- LEPLAT José, géologue, retraité du BRGM, Linselles (59)
- LESAGE Francis, retraité de l'Éducation nationale, membre de l'Association Echinologique et de la FFAMP, Steenwerk (59)
- LIOTARD-SCHNEIDER Frédérique, enseignante d'histoire et géographie, Lille (59)
- LOONES Christian, paléontologue, retraité du secteur hospitalier, Loos (59)
- MAILLET Sébastien, paléontologue, UFR Sciences de la Terre, Université de Lille – Sciences et technologies, Villeneuve d'Ascq (59)
- MAITTE Bernard, historien des sciences et cristallographe, professeur émérite, UFR de Physique, Université de Lille – Sciences et technologies, Villeneuve d'Ascq (59)
- MANIA Jacky, professeur honoraire, Polytech'Lille, Villeneuve d'Ascq (59)
- MARECHAL Christine, professeure des écoles, Coudekerque-Branche (59)
- MATRION Antoine, chargé de mission patrimoine, PRES Université Lille Nord de France, Lille (59)
- MATRION Bertrand, paléontologue, Association Géologique Auboise, Pont-Sainte-Marie (10)
- MAURIAUD Pierre, géologue, retraité de la société Total, Anglet (64)
- MAVEL Joris, hydrogéologue, chef de projet, ICEA, Besançon (25)
- MEILLIEZ Francis, géologue, professeur émérite, UFR Sciences de la Terre, Université de Lille – Sciences et technologies, Villeneuve d'Ascq (59)
- MISTIAEN Bruno, paléontologue, professeur émérite, Université Catholique de Lille – FLST & ISA, Lille (59)
- MONNET Claude, paléontologue, ingénieur de recherche, UMR 8198 Evo-Eco-Paléo, bât. SN5 (Sciences de la Terre), Université de Lille – Sciences et technologies, Villeneuve d'Ascq (59)
- MORTIER Thierry, Polytech'Mons, Mons (Belgique)
- MOULLET Jean-Marc, La Madeleine (59)

- NICOLLIN Jean-Pierre, paléontologue, professeur, Université Catholique de Lille, Groupe ISA, Lille (59)
- NICOLLIN Sylvie, professeure de SVT, La Madeleine (59)
- NODIN Sabine, étudiante en Master Sciences de l'Antiquité, Université de Lille – Sciences humaines et sociales, Villeneuve d'Ascq (59)
- NOLF Dirk, chef de travaux honoraire, Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique (IRSNB), Sint-Andries (Belgique)
- NUTTEN Claire, sans profession, Spycker (59)
- NUTTEN Gwendoline, étudiante en BTS Analyses BioMédicales, Spycker (59)
- NUTTEN Jean-Bernard, étudiant en Master patrimoine architectural et artistique (Université de Bretagne Occidentale à Quimper), Spycker (59)
- NUTTEN Jean-Marc, instituteur spécialisé, Spycker (59)
- ODIC Morgane, étudiante en licence d'Art – Archéologie (L3 Patrimoine à l'Université de Bretagne Occidentale à Quimper), Crulai (61)
- OUALI MEHADJI Abdelkader, enseignant-chercheur, Université d'Oran (Algérie)
- OUDOIRE Thierry, conservateur du patrimoine, Musée d'histoire naturelle, Lille (59)
- PAMART Laëtitia, enseignante, Jolimetz (59)
- PENISSON Jean-Pierre, président de la Société d'Histoire Naturelle des Ardennes, Bogny-s/Meuse (08)
- PICHARD Olivier, directeur d'étude Biodiversité au CEREMA (Centre d'Etudes et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement), Saint-André-lez-Lille (59)
- PICKAERT Ludivine, responsable du Service Ressource en Eau - NOREADE, Bourghelles (59)
- PINTE Emilie, enseignant-chercheur, Université Catholique de Lille, Groupe ISA, Lille (59)
- PINTE Pierre, géologue, responsable Q.S.E. Carrières, Eiffage Travaux Publics Est, Noyelles-Godault (62)
- POTY Edouard, géologue, professeur, Département de géologie, Université de Liège, Sart Tilman (Belgique)
- PRUDHOMME Agnès, PRAG (professeure agrégée), UFR Sciences de la Terre, Université de Lille – Sciences et technologies, Villeneuve d'Ascq (59)
- PRUVOST Luc, enseignant retraité, Bouvigny-Boyeffles (62)
- QUESNEL Bernard, retraité de l'enseignement technique, Calais (62)
- REYNAUD Jean-Yves, professeur, UFR Sciences de la Terre, Université de Lille – Sciences et technologies, Villeneuve d'Ascq (59)
- RICOUR Jean, ingénieur géologue, retraité du BRGM, Marseille (13)
- ROBERT Nicolas, chargé d'étude géotechnique, St Quentin (02)
- ROBITAILLE Yves, ingénieur géologue, Groupe Carrières du Boulonnais, Ferques (62)
- ROHART Jean-Claude, retraité de l'enseignement du second degré (professeur de SVT), Dunkerque (59)
- ROUGE Jacques, géologue, retraité de GDF Suez, Lompret (59)
- RUCAR Joaquim, professeur de SVT, Lille (59)
- SARAZIN-MICHAUX Nadine, enseignante retraitée, Mouvaux (59)
- SARRAZIN-MICHAUX Nadine, retraitée de l'enseignement du second degré (professeur de SVT), Mouvaux (59)
- SCHIETTECATTE Jean, géologue pétrolier, retraité du Groupe Shell, Mouvaux (59)
- SCHRAEN Patrick, Villeneuve d'Ascq (59)
- SILVA CARDENAS Tatiana, étudiante en géographie et aménagement, Université de Lille – Sciences et technologies, Villeneuve d'Ascq (59)
- SOMME Jean, professeur émérite, UFR Géographie et Aménagement, Université de Lille – Sciences et technologies, Villeneuve d'Ascq (59)
- STYZA André, ingénieur automaticien, formateur au Campus Véolia Nord Europe, Lomme (59)
- SWIALKOWSKI Mickaël, professeur de SVT, Lesquin (59)
- TIEGHEM Gilbert, Wattrelos (59)
- TRENTESAUX Alain, géologue, professeur, UFR Sciences de la Terre, Université de Lille – Sciences et technologies, Villeneuve d'Ascq (59)
- VACHARD Daniel, retraité du CNRS, Gruson (59)
- VANDENBERGHE Noël, géologue, professeur émérite, Katholieke Universiteit Leuven (Belgique)
- VANDYCKE Sara, géologue, professeure, Polytech'Mons, Mons (Belgique)
- VAN WELDEN Aurélien, Mouchin (59)
- VERGNE Virginie, maître de conférences, UFR de Géographie et Aménagement, Université de Lille – Sciences et technologies, Villeneuve d'Ascq (59)
- VERNIERS Jacques, paléontologue, professeur retraité de l'Université Gent (Belgique)
- VIDIER Diane, géologue, retraitée de la SNCF, Coulogne (62)
- VILAPLANA Françoise, retraitée, Hoymille (59)
- VILAPLANA José, retraité, Hoymille (59)
- VREULX Michel, professeur de SVT, Lille (59)
- YANS Johan, géologue, professeur, Département de géologie, Université de Namur (Belgique)
- ZERHOUNI Youssef, professeur, Faculté des Sciences Ben Msik, Université de Casablanca (Maroc)

Commentaire

La SGN, engagée depuis une dizaine d'année dans un processus de "renaissance" (voir les avant-propos signés par les présidents successifs des tomes des *Annales* depuis 2010), a vu le nombre de ses membres augmenter de nouveau après des années de déclin important (cf. Blicek *et al.*, 2014 in: *Mém. Soc. Géol. Nord*, XVII, p. 3-40). Ce nombre se rapproche des 150 puisque l'on compte en cette fin d'année 2016 six membres – personnes morales, 140 membres - personnes physiques, plus nos deux présidents d'honneur, soit 148 en tout (sans compter les membres à perpétuité).

La Société Géologique du Nord, une maison d'édition



Anticlinal de la Crèche dans les dépôts du Jurassique supérieur au nord de Boulogne-sur-Mer
© Alain Trentesaux, 2006

La Société géologique du Nord publie :

- des *Annales* : 150 tomes de 1870 à 2016, dont de nombreux fascicules thématiques : géologie du nord de la France (générale et thématique), tectonique (rupture des roches et massifs rocheux, tectonique cassante), Paléozoïque, géologie du Gondwana (générale et thématique : Dévonien de l'Ougarta au Sahara, Paléozoïque moyen du Gondwana du Nord, Paléozoïque de l'Iran, Paléozoïque inférieur de la Montagne Noire), géologie de l'Europe, énergie et matières premières, géologie de l'Ardenne ... ; certains de ces fascicules sont des fascicules jubilaires (Centenaire de la SGN, Centenaire du Musée Gosselet) ;
- des *Publications* spéciales : 33 tomes depuis 1977 : Dinarides, arc égéen, Hellénides, Atlantique Sud, Afghanistan, Rocheuses canadiennes, Chaîne caraïbe du Vénézuéla, Pyrénées, Massif ardennais, Océan Indien Nord, fosse vocontienne, Maroc et Espagne, Oural méridional (Russie), Massif du Cantal, bassins de Paris et du sud-est de la France ... Plusieurs *Publications* relèvent de la paléontologie : paléobotanique du Carbonifère, radiolaires du Trias-Lias, foraminifères, récifs dévoniens, vertébrés paléozoïques ; d'autres traitent d'objets ou événements géologiques : minéraux argileux, aquifère crayeux, événement anoxique cénoomanien, modélisation hydrodynamique des eaux souterraines ...
- des *Mémoires* : 25 mémoires de 1876 à 1983 ; cette série est reprise avec le tome XVII sur l'histoire de la SGN et des sciences de la Terre dans le nord de la France (paru en décembre 2014) ;
- des *Tables Générales* : cinq ont été publiées ; la 6^e a été mise en ligne en janvier 2013 et imprimée dans le tome 20 des *Annales* en décembre 2013.

Catalogue et bon de commande téléchargeables à l'adresse suivante :

<http://sgn.univ-lille1.fr>

ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

Ligne éditoriale

Les *Annales de la Société Géologique du Nord* sont une revue annuelle consacrée à tous les aspects de la recherche en Sciences de la Terre (géosciences). Elles publient des résultats originaux consacrés en particulier au nord de la France et aux régions limitrophes. Cependant, des résultats issus d'autres régions françaises et d'autres pays y trouvent aussi leur place. Les *Annales* peuvent publier aussi des fascicules thématiques sous la responsabilité d'un ou de plusieurs éditeurs invités.

Informations générales

Soumettre un article pour publication aux *Annales* implique que celui-ci n'ait pas été soumis à une autre revue. Un formulaire de cession des droits d'auteur devra être signé avant l'acceptation définitive du « manuscrit », en particulier pour autoriser la mise en ligne sur Internet des articles des *Annales*. Les droits de reproduction des articles, y compris de leurs illustrations, sont réservés à la revue. La reproduction en nombre de tout ou partie d'un article doit faire l'objet d'une demande écrite préalable ou d'un courriel adressé à la Rédaction.

Les aspects nomenclatureaux des articles de systématique (paléontologie) devront se conformer aux recommandations des éditions les plus récentes des divers codes internationaux de nomenclature des organismes : *Code international de nomenclature zoologique*, *Code international de nomenclature botanique*, *Code international de nomenclature des bactéries*, taxonomie des virus (*classification Baltimore* ou classification de l'*International Committee on Taxonomy of Viruses*), ...

Les spécimens types des organismes fossiles et autres spécimens décrits, figurés et/ou mentionnés dans les articles des *Annales* doivent être enregistrés et déposés dans une institution de statut national qui seule peut en assurer la conservation et l'accessibilité. Les numéros d'inventaire doivent être précisés.

Les objets et sites stratigraphiques décrits, figurés et/ou mentionnés dans les articles des *Annales* doivent se conformer à l'édition la plus récente du *Guide stratigraphique international* (guide de classification, terminologie et procédure en stratigraphie) de l'Union Internationale des Sciences Géologiques : <http://www.iugs.org/>.

Chaque manuscrit est évalué par au moins deux rapporteurs. L'auteur peut suggérer au comité éditorial des *Annales* les noms de deux relecteurs avec leurs coordonnées (courriel, adresse, téléphone).

Structure et format des « manuscrits »

Soumission : Les « manuscrits » doivent suivre rigoureusement les recommandations aux auteurs et sont adressés à la revue :

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

C/o Université Lille 1 – Sciences et Technologies

UFR des Sciences de la Terre, bâtiment SN5

F-59655 Villeneuve d'Ascq cedex (France)

Jean-Pierre De Baere, Directeur de la Publication :

debaere.jeanpierre@yahoo.fr

Les « manuscrits » (textes et illustrations) seront soumis par voie électronique au format 'doc' de préférence. Tout manuscrit non conforme peut être retourné.

Structure : Le texte doit être traité avec la police Times ou Times New Roman, taille 12, à double interligne avec des marges d'au moins 2,5 cm. Chaque page doit être numérotée. Il est recommandé aux auteurs de se reporter à un fascicule récent des *Annales*.

Les articles sont rédigés en français ou en anglais de style scientifique. Les auteurs francophones se reporteront à l'ouvrage suivant : David L. 2011 – *Ecrire les sciences de la nature. Tout ce qu'il faut savoir pour rédiger mémoires, thèses & articles*. Vuibert et Soc. Géol. Fr. édit., coll. « Interactions » : 217 p. ; Paris. Les articles en français doivent respecter les règles du « **Lexique des règles typographiques en usage à l'Imprimerie nationale** » : <http://j.poitou.free.fr/pro/html/typ/resume.html>. Les articles en anglais pourront suivre les conseils de Lindemann & Cartwright (2000) : <http://www.skidmore.edu/~mmarx/sewid/geosci.htm>. Ils doivent comporter les rubriques suivantes :

- Titre en français ;
- Titre en anglais (traduction exacte) ;
- Prénom(s) et NOM(S) de(s) auteur(s) avec en appel (*) leur(s) adresse(s) professionnelle(s) et électronique(s) ;
- Résumé en français n'excédant pas 350 mots ;
- Abstract en anglais (traduction exacte) ;
- 5 mots clés en français ;
- 5 key words en anglais (traduction exacte) ;
- Texte de l'article avec la chronologie suivante des titres :

I. — INTRODUCTION ;

1) Historique ;

a) Premières études ;

éventuellement un paragraphe de remerciements mentionnant les rapporteurs.

- Dans le texte courant, les références aux illustrations et/ou aux tableaux de l'article seront présentés de la façon suivante : (Fig. 1), (Fig. 2A-B), (Fig. 5-6), (Pl. I), (Pl. II, fig. 1a), (Tabl. 1) ; les références aux auteurs seront au format suivant : Dupont (1971), Dupont (2005, fig. 7), (Dupond, 1956), (Dupond, 1956, 1981), Dupont & Martin (2003), (Dupont & Martin, 2003), Dupont & Dupond (1934, p. 45) ;

- De même, dans le texte courant, les auteurs suggéreront l'emplacement souhaitable de leurs illustrations par la mention suivante, écrite **en rouge et gras** : **[Insérer ici Fig. X (ou Tabl. Y) sur 1 (ou 2) colonne(s)]**

- La présentation des descriptions systématiques doit se conformer aux usages courants dans les revues de paléontologie : nom du taxon avec auteur et date, synonymie, matériel type, étymologie, matériel étudié, niveau stratigraphique type, localité type, diagnose, description, comparaisons ; utiliser nov. sp., nov. gen., nov. fam., nov. comb., etc. ; utiliser les italiques pour les noms de genres et d'espèces ; dans la mesure du possible, les références bibliographiques des auteurs de noms de taxons cités doivent figurer dans la liste bibliographique ;

- Bibliographie dans l'ordre alphabétique suivant la forme ci-dessous :

NOM Initiale du prénom, 2^{ème} NOM Initiale du prénom, etc. (Année). — Titre. *Revue*, **Volume** [en gras] : pages.

NOM Initiale du prénom, 2^{ème} NOM Initiale du prénom, etc. (Année). — *Titre du livre ou du volume*. Collection [facultatif] ; Editeur, Ville : pages.

NOM Initiale du prénom, 2^{ème} NOM Initiale du prénom, etc. (Année). — Titre. *In* : NOM Initiale du prénom, 2^{ème} NOM Initiale du prénom, etc. (ed.), *Titre du livre ou du volume*. Collection [facultatif] ; Editeur, Ville : pages.

NOM Initiale du prénom, 2^{ème} NOM Initiale du prénom, etc. (Année). — Titre. *In* : NOM Initiale du prénom, 2^{ème} NOM Initiale du prénom, etc. (ed.), Titre du volume ou du fascicule. *Revue*, **Volume** [en gras] : pages.

NOM Initiale du prénom (Année). — *Titre de la thèse*. Université, Nom du diplôme (Date) : pages.

- Les légendes des illustrations et des tableaux (Exemple : Fig. I. — ; Tabl. I. —) sur une ou des feuilles séparées avec l'indication des échelles et la signification des abréviations, en français et en anglais.

Illustrations : Les figures, tableaux et/ou planches sont au format 'jpeg' avec une bonne résolution (2000 pixels de large pour une page verticale). La taille des figures ou planches ne doit pas être supérieure à 165 mm de large sur 240 mm de haut (sur deux colonnes) ou 80 mm de large sur 240 mm de haut (sur une seule colonne). Des illustrations en couleurs pourront être publiées moyennant une participation financière des auteurs suivant la facturation de l'imprimeur.

Epreuves : Les épreuves seront adressées sous forme de fichiers 'pdf' à l'auteur correspondant et devront être retournées corrigées dans un délai raisonnable.

Diffusion des articles des *Annales* : Les tirages-à-part sur papier des articles des *Annales* ont été abandonnés depuis quelques années ; désormais, les articles sont distribués aux auteurs sous le format électronique 'pdf' aux conditions suivantes :

- pour un 1^{er} auteur membre de la SGN : pdf gratuit (sous réserve que l'auteur se sera acquitté des frais de dépassement au cas où l'article ferait plus de 8 ou 10 pages — voir ci-dessous) ;

- pour un 1^{er} auteur non-membre : pdf gratuit (sous réserve que l'auteur se sera acquitté des frais de publication appliqués aux non-membres — voir ci-dessous).

Pour toute autre personne désirant acquérir un article des *Annales*, il lui sera fourni au format pdf contre la somme de 20 € (tarif réduit de 10 € pour un étudiant sur présentation d'un justificatif).

Pour de plus amples informations sur la réalisation technique d'un article, vous pouvez consulter le Directeur de la Publication : debaere.jeanpierre@yahoo.fr, qui transmettra à l'imprimeur.

Conditions de publication aux Annales

Il faut normalement être à jour de 3 années de cotisation + abonnement à la Société pour pouvoir soumettre un article aux *Annales* dans les conditions accordées aux membres. Une seule cotisation annuelle ne suffit pas. La franchise accordée annuellement est de 8 pages [texte, illustrations et bibliographie compris - une page complète des *Annales* comportant environ 8 200 caractères et espaces] pour les membres de la SGN à jour de leur cotisation + abonnement ; cette franchise peut être portée à 10 pages si plusieurs co-signataires de la même note sont membres de la Société (à jour de leur cotisation + abonnement). Le prix de la page de texte de dépassement est fixé à 12 €, avec une possibilité de réduction de la facturation au cas par cas, sur décision du Conseil d'administration (*) ; la planche N&B est à 24 € ; la planche et/ou les figures et illustrations couleur au prix coûtant facturé par l'imprimeur. Pour les non-membres, le prix d'une page aux *Annales* est de 37 € ; la planche N&B est à 50 € ; la planche et/ou les figures et illustrations couleur au prix coûtant facturé par l'imprimeur.

(*) Si un article qui a été sollicité par la SGN dépasse les 8 ou 10 pages de franchise, la Société peut envisager d'en prendre en charge au moins une partie. Ce point est négociable.

Pour toute question complémentaire, veuillez contacter le Directeur de la Publication : debaere.jeanpierre@yahoo.fr, ou le Président de la Société : alain.blieck@univ-lille1.fr.

ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

Scope of the journal

The *Annales de la Société Géologique du Nord* are a yearly journal devoted to various aspects of Earth Sciences (Geosciences). It publishes original results particularly on northern France and surrounding regions. However, results from other French regions and from other countries are welcome. Thematic issues may be published under the responsibility of one or several guest editors.

General information

The submission of a manuscript to the *Annales* implies that it is not being simultaneously offered for publication elsewhere. A copyright assignment form must be signed before the final acceptance, particularly in order to authorize the online publication of the papers. Copyright of the published papers, including illustrations, becomes the property of the journal. Requests to reproduce in great number part or whole of a paper from the *Annales* should be addressed to the Editor, either by surface mail or by e-mail.

Nomenclatural aspects of systematic (palaeontological) papers should follow the recommendations of the most recent editions of the international codes of organismal nomenclature : *International Code of Zoological Nomenclature*, *International Code of Botanical Nomenclature*, *International Code of Nomenclature of Bacteria*, virus classification (*Baltimore Classification* or *International Committee on Taxonomy of Viruses*), ...

Preservation of type specimens of fossil organisms, and other specimens which are described, figured and/or mentioned in the *Annales* papers must be registered and deposited in an appropriate national institution, with staff and facilities capable of ensuring their conservation and availability for future reference in perpetuity. Their collection numbers should be indicated.

The geological objects and stratigraphic sites which are described, figured and/or mentioned in the *Annales* papers must follow the most recent edition of the *International Stratigraphic Guide* (A guide to stratigraphic classification, terminology and procedure) of the International Union of Geological Sciences: <http://www.iugs.org/>.

Each manuscript will be reviewed by at least two referees. The author may suggest to the *Annales* editorial committee the names and coordinates (e-mail, address, phone) of two referees.

Structure and format of the « manuscripts »

Submission: Manuscripts conforming strictly to the present instructions should be sent to the journal:

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

C/o Université Lille 1 – Sciences et Technologies
UFR des Sciences de la Terre, bâtiment SN5
F-59655 Villeneuve d'Ascq cedex (France)
Jean-Pierre De Baere, Directeur de la Publication :
debaere.jeanpierre@yahoo.fr

Manuscripts (text and illustrations) are to be submitted by e-mail, preferably with a 'doc' format. Manuscripts that do not conform to the present instructions will be returned.

Structure: The text must be processed with a Times or Times New Roman font, size 12, double spaced, with margins of at least 2,5 cm. All pages must be numbered. To complete these instructions, please refer to a recent issue of the *Annales*.

Papers are to be written in simple, concise and scientific French or English. French authors should follow the following book: David L. 2011 – *Ecrire les sciences de la nature. Tout ce qu'il faut savoir pour rédiger mémoires, thèses & articles*. Vuibert et Soc. Géol. Fr. édit., coll. « Interactions » : 217 p. ; Paris. French papers must respect the rules of the « **Lexique des règles typographiques en usage à l'Imprimerie nationale** » : <http://j.poitou.free.fr/pro/html/typ/resume.html>. English papers could follow the instructions of Lindemann & Cartwright (2000) : <http://www.skidmore.edu/~mmarx/sewid/geosci.htm>. They should be organized as follows:

- Title in English;
- Title in French (exact translation);
- First name(s) and surname(s) of author(s), followed by their full professional address(es) and e-mail(s);
- Abstract in English, no more than 350 words long;
- Résumé in French (exact translation, the journal may provide help for translation);
- 5 key words in English;
- 5 mots clés in French (exact translation);
- Text of the article, in the following order:

I. — INTRODUCTION ;

1) Historical context ;

a) First studies ;

and eventually a section of acknowledgements with reference to the referees.

- References to illustrations and/or tables in the text will be indicated as follows: (Fig. 1), (Fig. 2A-B), (Fig. 5-6), (Pl. I), (Pl. II, fig. 1a), (Tabl. 1); references to authors will be presented as follows: Dupont (1971), Dupont (2005, fig. 7), (Dupond, 1956), (Dupond, 1956, 1981), Dupont & Martin (2003), (Dupont & Martin, 2003), Dupont & Dupond (1934, p. 45);

- Authors will suggest the desirable location of their illustrations in the text by writing the following information, **in red bold characters** : [Insert here Fig. X (or Table Y) on 1 (or 2) column(s)]

- Each systematic description should be arranged as is usual in most palaeontological journals, that is: name of the taxon with author and date, synonymy, type material, etymology, material examined, type horizon, type locality, diagnosis, description, remarks; use nov. sp., nov. gen., nov. fam., nov. comb., etc.; use italics for names of genera and species; as much as possible, bibliographic references of the authors of taxon names must be listed in the bibliographical list;

- Bibliographical references should be presented in alphabetical order as follows:

NAME First name initial(s), 2nd NAME First name initial(s), etc. (Year). — Title. *Journal*, **Volume** [in bold] : pages.

NAME First name initial(s), 2nd NAME First name initial(s), etc. (Year). — *Book or issue title*. Collection [eventually]; Publisher, Town : pages.

NAME First name initial(s), 2nd NAME First name initial(s), etc. (Year). — Title. *In*: NAME First name initial(s), 2nd NAME First name initial(s), etc. (ed.), *Book or issue title*. Collection [eventually]; Publisher, Town : pages.

NAME First name initial(s), 2nd NAME First name initial(s), etc. (Year). — Title. *In*: NAME First name initial(s), 2nd NAME First name initial(s), etc. (ed.), *Book or issue title*. *Journal*, **Volume** [in bold] : pages.

NAME First name initial(s) (Year). — *Thesis title*. University, Degree title (Date) : pages.

- Captions of illustrations and tables (e.g., Fig.1. — ; Tabl. I. —), on a separate sheet, should include abbreviations and scale values, both in English and French.

Illustrations: Figures, tables and/or plates are provided with a 'jpeg' format with a good definition (2000 pixels wide for a vertical page). Size of figures and plates will not exceed 165 mm width x 240 mm height (for two columns), or 80 mm width x 240 mm height (for a single column). Colour illustrations may be published if a financial contribution is provided by the author(s), in agreement with rating of the printer.

Proofs: Proofs will be sent as 'pdf' files to the corresponding author, and will have to be corrected and returned in a reasonable time.

Distribution of the *Annales* papers: Hard copies or separates (offprints) are no more provided; papers are now distributed as 'pdf' files at the following conditions:

- if the first author is a SGN member, the pdf is free of charge (subject to the payment by the author of expenses in case of papers of more than 8 or 10 pages — see here below) ;

- if the first author is not a SGN member, the pdf is free of charge (subject to the payment by the author of publishing expenses as applied to non-members — see here below).

For any other individual who wants to get a paper from the *Annales*, the latter will be provided as a pdf file after payment of 20 € (a reduced rate of 10 € is applicable for a student with a regular student ID).

For more informations on the technical processing of a paper, please contact the Editor-in-chief: debaere.jeanpierre@yahoo.fr, who will transmit to the publisher.

Conditions for publishing in the *Annales*

To be subject to conditions applied to members of the Société Géologique du Nord, the author must have been a regular paying member (annual subscription to the Society + annual subscription to the *Annales*) for at least three years to be authorized to submit a paper to the *Annales*. A single yearly subscription is not enough. Under such conditions, each SGN member may publish a 8 page-long paper per year, free of charge [including text, illustrations and reference list — one full page of text of the *Annales* includes ca. 8200 characters and spaces]. In case of more than one author, and if at least two are SGN members (having paid their subscriptions to the Society and the *Annales*), the paper may be 10 page-long, free of charge. Each exceeding text page is rated at 12 €; in case of too many pages, there is a possibility of a reduced rate after submission to and decision of the Executive Committee of the Society (*); a black-and-white plate is rated at 24 €; a colour plate and/or illustrations (figures) are paid in agreement with rating by the printer. For non-members, one text-page is rated at 37 €; a black-and-white plate at 50 €; and a colour plate and/or illustrations (figures) in agreement with rating by the printer.

(*) In case of a paper which has been asked for by the Society, and is more than 8 or 10 page-long, part or whole of the extra-expenses may be paid by the Society. This is negotiable.

For any complementary question, please contact the Editor-in-chief: debaere.jeanpierre@yahoo.fr, or the President of the Society : alain.blieck@univ-lille1.fr.

Catalogue des éditions de la Société Géologique du Nord (*) en vente au siège de la Société ou expédiées par courrier

Annales de la Société Géologique du Nord

La vente s'effectue par tomes entiers aux prix suivants, jusqu'à épuisement du stock. Seuls les fascicules thématiques sont en vente séparément (voir ci-dessous).

Chaque Tome ordinaire des <i>Annales</i> (dans la limite de disponibilité des anciens numéros)	10 €
La série complète des <i>Annales</i> (dans la limite de disponibilité des anciens numéros)	120 €

Tables générales des Annales, des Mémoires et des Publications de la SGN

Table 1 (Tomes I à XX), Table 2 (Tomes XXI à XXX), Table 3 (Tomes XXXI à XL), Table 4 (Tomes XLI à LXXIX), Table 5 (Tomes LXXX à XCIX) 8 € par Table

Les Tables générales n° 5 et 6 des *Annales*, des *Mémoires* et des *Publications* sont accessibles en ligne en version numérique : <http://sgn.univ-lille1.fr/sgn.php?page=Publications> ; la Table 6 a été imprimée dans le Tome 20 (2013) des *Annales*.

N. B. - Les Tables générales 1 à 5 des *Annales* et des *Mémoires* (1870 à 1979), les tomes I à CIX (1^{ère} série, 1875-1989) et 1 à 19 (2^e série, 1991-2012) des *Annales*, et les tomes I (1876) à XVI (1983) des *Mémoires* sont numérisés et accessibles gratuitement en ligne sur le site IRIS (bibliothèque numérique en histoire des sciences de l'Université de Lille) aux adresses suivantes : <http://iris.univ-lille1.fr/handle/1908/32/browse> et <http://iris.univ-lille1.fr/handle/1908/75/browse>. Les *Annales* sont également accessibles en ligne, en partie, sur le site de Gallica (bibliothèque numérique de la BNF) : <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/cb343964078/date>

Fascicules thématiques des Annales de la Société Géologique du Nord

Constant Prévost – Coup d'œil rétrospectif sur la géologie en France pendant la première moitié du XIX ^e siècle, par GOSSELET J. (<i>Ann. SGN</i> , XXV : 346 p., 1896)	15 €
Contribution à la connaissance des bassins paléozoïques du Nord de la France (avec l'Ecorché géologique infra-mésozoïque), par C.F.P.(M.), COPESEP & S.N.P.A. (<i>Ann. SGN</i> , LXXXV (3), 1965)	15 €
Géologie du Nord de la France (<i>Ann. SGN</i> , LXXXIX (1), 1969)	10 €
Rapport des Travaux du Centenaire 1870-1970 (<i>Ann. SGN</i> , XC (4), 1970, publié 1971)	15 €
Rupture des roches et massifs rocheux (<i>Ann. SGN</i> , XCV (3), 1975)	10 €
Données nouvelles sur le Paléozoïque de l'Europe occidentale (<i>Ann. SGN</i> , XCVI (4) et XCVII (1), publié 1977)	15 €
Apports récents à la géologie du Gondwana (<i>Ann. SGN</i> , XCVII (4), 1977, publié 1978)	15 €
Géologie de l'Europe, du Précambrien aux bassins sédimentaires post-hercyniens (<i>Ann. SGN</i> , XCIX (1), 1979, publié 1980)	20 €
Géologie appliquée aux problèmes d'énergie et de matières premières (<i>Ann. SGN</i> , CII (2), 1982)	10 €
Tectonique cassante en distension et coulissement (<i>Ann. SGN</i> , CIII (2-3), 1983, publié 1984)	20 €
Aspects de la géologie de l'Ardenne, hommage au Professeur Beugnies (<i>Ann. SGN</i> , CV (2), 1985, publié 1986)	10 €
Paléozoïque supérieur continental (<i>Ann. SGN</i> , CVI (2), 1986, publié 1987)	15 €
Actualisation de quelques thèmes géologiques – Conférences (<i>Ann. SGN</i> , CVI (4), 1986, publié 1988)	10 €
Aspects de la géologie du Gondwana (<i>Ann. SGN</i> , CVII (1), 1987, publié 1988)	10 €
Géologie et aménagement régional (<i>Ann. SGN</i> , CIX (1-2), 1989, publié 1990)	15 €
Le Nord et son environnement géologique (<i>Ann. SGN</i> , 2 ^e série, 2 (1), publié 1993)	10 €
Le Jurassique du Boulonnais (<i>Ann. SGN</i> , 2 ^e série, 4 (4), 1996)	8 €
Séance spécialisée - bassins houillers du nord de la France et du sud de la Belgique (<i>Ann. SGN</i> , 2 ^e série, 5 (1), 1997)	8 €
Dossier consacré au Dévonien de l'Ougarta (Sahara occidental, Algérie) (<i>Ann. SGN</i> , 2 ^e série, 5 (2), 1997)	8 €
La craie : objet géologique, réservoir, matériau et paysage (<i>Ann. SGN</i> , 2 ^e série, 5 (3) et 5 (4), 1997)	15 €
Colloque Artois-Brabant (<i>Ann. SGN</i> , 2 ^e série, 6 (2), 1998)	8 €
North Gondwana Mid-Palaeozoic Bioevent / Biogeography patterns in relation to crustal dynamics (IGCP 421, Isfahan) (<i>Ann. SGN</i> , 2 ^e série, 7 (1) et 7 (2), 1999)	15 €
2 ^e Journées Nationales du Patrimoine Géologique (<i>Ann. SGN</i> , 2 ^e série, 7 (4), 2000)	15 €
New systematic and palaeobiogeographic data from the Palaeozoic of Central Iran (<i>Ann. SGN</i> , 2 ^e série, 8 (2), 2000)	8 €
The Cambrian and Lower Ordovician of the southern Montagne Noire (Languedoc, France) – A synthesis for the beginning of the new century (<i>Ann. SGN</i> , 2 ^e série, 8 (4), 2001)	8 €
La nouvelle carte géologique de Marquise (Ed. 2000) (<i>Ann. SGN</i> , 2 ^e série, 9 (1-2), 2002)	15 €
Centenaire du Musée Gosselet (<i>Ann. SGN</i> , 2 ^e série, 10 (2-3), 2003)	15 €
Dossier spécial : Stratigraphie du Paléozoïque (<i>Ann. SGN</i> , 2 ^e série, 11 (4), 2005)	8 €
GeoReg – Géosciences des régions de France et des pays environnants (<i>Ann. SGN</i> , 2 ^e série, 19, 2012)	35 €
Les enjeux « naturels » du développement urbain (séance A. Bonte) & 6 ^e Table générale (<i>Ann. SGN</i> , 2 ^e série, 20, 2013)	35 €
Ressource en eau du bassin Artois-Picardie et Journée géoarchéologie (<i>Ann. SGN</i> , 2 ^e série, 22, 2015)	35 €

Mémoires de la Société Géologique du Nord : derniers tomes disponibles

Tome I	n° 1. – Ch. BARROIS, Recherches sur le terrain crétacé de l'Angleterre et de l'Irlande, 1876, 232 p.	30,00 €
	n° 2. – P. FRAZER, Géologie de la partie Sud-Est de la Pennsylvanie, 1882, 178 p.	25,00 €
	n° 3. – R. ZEILLER, Mémoire sur la flore houillère des Asturies, 1882, 24 p.	2,50 €
Tome VI	n° 1. – P. BERTRAND, Etude du stipe de l' <i>Adelophyton jutieri</i> , B. Renault, 1907, 38 p., 4 pl.	7,00 €
Tome VIII	n° 2. – Ed. LEROUX, Le tunnel de l'Ave Maria, 1929, 50 p., 5 pl.	10,00 €
Tome IX	n° 1. – G. DUBAR, Etude sur le Lias des Pyrénées françaises, 1925, 332 p., 7 pl.	30,00 €
Tome X	n° 2. – J. LAVERDIERE, Terrains paléozoïques des Pyrénées occidentales, 1931, 132 p., 8 pl.	14,00 €
Tome XII	– D. LE MAITRE, Faune des calcaires dévoniens du Bassin d'Anenis, 1934, 268 p., 18 pl.	30,00 €
Tome XIII	– P. BRICHE <i>et al.</i> , Flore infraliasique du Boulonnais, 1963, 145 p., 11 pl.	25,00 €
Tome XIV	– G. WATERLOT, Les Gigantostacés du Siluro-Dévonien de Liévin, 1966, 23 p., 5 pl.	7,00 €
Tome XV	– J. MANIA, Gestion des Systèmes aquifères. Application au Nord de la France, 1978, 228 p.	15,00 €
Tome XVI	– A. BOUROZ <i>et al.</i> , Essai de synthèse des données acquises sur la genèse et l'évolution des marqueurs pétrographiques dans les bassins houillers [<i>en Français et en Anglais</i>], 1983, 74 p., 10 pl.	20,00 €
Tome XVII	– A. BLIECK & J.-P. DE BAERE eds, La Société géologique du Nord et l'histoire des sciences de la Terre dans le nord de la France, 2014, 183 p., illustré	40,00 €

Publications de la Société Géologique du Nord : tomes disponibles

- Publication N° 1.** — J. CHOROWICZ (1977) Etude géologique des Dinarides le long de la transversale Split-Karlovac (Yougoslavie), 331 p., 10 pl., 1 carte hors texte. 10,00 €
- Publication N° 2.** — J. CHARVET (1978) Essai sur un orogène alpin : Géologie des Dinarides au niveau de la transversale de Saravejo (Yougoslavie), 554 p., 21 pl., 1 carte hors texte. [**volume de texte épuisé ; carte disponible**] 5,00 €
- Publication N° 3.** — J. ANGELIER (1979) Néotectonique de l'arc égéen, 417 p., 29 pl. 11,00 €
- Publication N° 4.** — J.-J. FLEURY (1980) Les zones de Gavrovo-Tripolitza et du Pinde-Olonos (Grèce continentale et Péloponnèse du Nord). Evolution d'une plate-forme et d'un bassin dans leur cadre alpin ; 2 vol., 651 p., 10 pl., cartes hors texte. 12,00 €
- Publication N° 5.** — M. COUSIN (1981) Les rapports Alpes-Dinarides. Les confins de l'Italie et de la Yougoslavie ; 2 vol., 521 + 521 p. 12,00 €
- Publication N° 6.** — F. THIEBAULT (1982) L'évolution géodynamique des Héliénides externes en Péloponnèse méridionale (Grèce) ; 2 vol., 574 p., cartes hors texte. 14,00 €
- Publication N° 7.** — P. DE WEVER (1982) Radiolaires du Trias et du Lias de la Téthys (Systématique, Stratigraphie) ; 2 vol., 599 p., 58 pl. 13,00 €
- Publication N° 8.** — J. FERRIERE (1982) Paléogéographie et tectoniques superposées dans les Héliénides internes : les massifs de l'Othrys et du Pélion (Grèce continentale) ; 2 vol., 970 p. 14,00 €
- Publication N° 9.** — H. MAILLOT (1983) Les Paléoenvironnements de l'Atlantique Sud : Apport de la géochimie sédimentaire, 316 p. 9,00 €
- Publication N° 10.** — Cl. BROUSMICHE (1983) Les Fougères sphénoptériennes du Bassin Houllier Sarro-Lorrain (Systématique – Stratigraphie) ; 2 vol., 480 p., 100 pl. 15,00 €
- Publication N° 11.** — B. MISTIAEN (1985) Phénomènes récifs dans le Dévonien d'Afghanistan (Montagnes Centrales). Analyse et systématique des Stromatopores ; 2 vol., 381 p. + 5 pl., 245 p. + 20 pl. 15,00 €
- Publication N° 12.** — T. HOLTZAPFFEL (1986) Les minéraux argileux. Préparation, analyses diffractométriques et détermination ; 136 p. 6,00 €
- Publication N° 13.** — J.-L. MANSY (1986) Géologie de la Chaîne d'Omineca des Rocheuses aux Plateaux intérieurs (Cordillère Canadienne). Evolution depuis le Précambrien ; 2 vol., 718 p., 387 fig., 49 tabl., cartes hors texte. 15,00 €
- Publication N° 14.** — C. BECK (1986) Géologie de la Chaîne Caraïbe au méridien de Caracas (Venezuela) ; 462 p., 4 pl., 1 carte hors texte. 10,00 €
- Publication N° 15.** — J.-M. DEGARDIN (1988) Le Silurien des Pyrénées : Biostratigraphie, Paléogéographie ; 506 p., 16 pl. 10,00 €
- Publication N° 16.** — J. SIGAL (1989) Les recherches sur les Foraminifères fossiles en France des environs de 1930 à l'immédiat après-guerre ou : « avant l'oubli », 107 p. 7,00 €
- Publication N° 17.** — F. DELAY (1990) Le massif nord-pyrénéen de l'Agly (Pyrénées Orientales) : Fasc. 1 : Evolution tectono-métamorphique – Exemple d'un amincissement crustal polyphasé ; Fasc. 2 : Etude conceptuelle, fonctionnelle et organique d'un système de traitement informatique des microanalyses chimiques ; Fasc. 3 : Notice et carte géologiques en couleurs au 1/25 000 ; 3 vol., 393 + 152 + 34 p., carte hors texte sur CD. 27,00 €
- Publication N° 18.** — A. KHATIR (1990) Structuration et déformation progressive au front de l'allochtone ardennais (Nord de la France) ; 293 p., cartes et coupes hors texte. 11,00 €
- Publication N° 19.** — C. LAMOUREUX (1991) Les mylonites des Pyrénées. Classification. Mode de formation. Evolution ; 371 p., 9 pl. 11,00 €
- Publication N° 20.** — G. MAVRIKAS (1993) Evolution Crétacée-Eocène d'une plate-forme carbonatée des Héliénides externes. La plate-forme des Ori Valtou (« massif du Gavrovo »), Zone de Gavrovo-Tripolitza (Grèce continentale) ; 240 p., 10 pl. 11,00 €
- Publication N° 21.** — P. BRACQ (1994) L'effet d'échelle sur le comportement hydrodynamique et hydrodispersif de l'aquifère crayeux, apport de l'analyse morphostructurale ; 244 p. 11,00 €
- Publication N° 22.** — N. FAGEL (1994) Flux argileux du Néogène au Quaternaire dans l'Océan Indien Nord, mise en évidence et interprétation ; 265 p. 11,00 €
- Publication N° 24.** — B. LOUCHE (1997) Limites littorales de la nappe de la craie dans la région Nord Pas-de-Calais. Relations eaux souterraines-eaux superficielles-mer ; 286 p. 11,00 €
- Publication N° 25.** — J.-G. BREHERET (1997) L'Aptien et l'Albien de la Fosse vocontienne (des bordures au bassin). Evolution de la sédimentation et enseignements sur les événements anoxiques ; 614 p., 18 pl. 22,00 €
- Publication N° 26.** — T. PLETSCHE (1997) Clay minerals in Cretaceous deep-water formations of the Rif and the Betic Cordillera (northern Morocco & southern Spain), 118 p., 7 pl. 10,00 €
- Publication N° 27.** — E. VENNIN (1997) Architecture sédimentaire des bioconstructions permo-carbonifères de l'Oural méridional (Russie) ; 350 p. 13,00 €
- Publication N° 28.** — D. BRICE coord. (1998) Actes des 1ères journées régionales Nord/Pas-de-Calais du Patrimoine Géologique (Lille, 20-23 Novembre 1997), 109 p. 5,00 €
- Publication N° 30.** — R. PLATEVOET (2001) Diversité des formations pyroclastiques *s.l.* du strato-volcan du Cantal au Miocène (Massif central français). Elaboration d'une méthodologie de corrélation ; 271 p. 12,00 €
- Publication N° 31.** — P. PELLENARD (2003) Message terrigène et influences volcaniques au Callovien-Oxfordien dans les bassins de Paris et du sud-est de la France ; 362 p., 19 pl. 14,00 €
- Publication N° 32.** — S. LALLAHEM (2003) Structure et modélisation hydrodynamique des eaux souterraines. Application à l'aquifère crayeux de la bordure nord du bassin de Paris ; 217 p. 14,00 €
- Publication N° 33.** — C. DERYCKE-KHATIR (2005) Microrestes de vertébrés du Paléozoïque supérieur de la Manche au Rhin ; 261 p., 35 pl. 14,00 €

Autres éditions

Esquisse géologique du Nord de la France, Fascicule IV : *Terrains quaternaires*, par J. Gosselet (1903) ; texte imprimé + planches sur CD [ou en fac-similé] 10 €

Des roches aux paysages dans le Nord – Pas-de-Calais – Richesse de notre patrimoine géologique (dans le cadre de l'Inventaire National du Patrimoine Géologique et de l'Année Internationale de la Planète Terre), par F. Robaszynski & G. Guyétant (coord., 2009), co-édition Conserv. Sites Natur. Nord & Pas-de-Calais & Soc. Géol. Nord **épuisé**

[ce livre ainsi que les autres publications de la SGN sont accessibles dans de nombreuses bibliothèques : bibliothèque de l'Université de Lille – Sciences et Technologies, de l'UMR 8198 du CNRS, bibliothèque de la Ville de Lille, au Conservatoire d'Espaces Naturels, à l'APBG, etc.]

(* Veuillez noter que les prix ci-dessus sont TTC (TVA 20 % incluse) mais hors frais de port et d'emballage. Un tarif réduit de 20% est accordé aux membres de la SGN. Les prix sont augmentés des frais de port et d'emballage quand les volumes ne sont pas pris directement au dépôt.

Les chèques, tirés sur une banque française uniquement, sont à adresser à la Société Géologique du Nord. Pour tout autre moyen de paiement, veuillez consulter la Trésorière, Mme Renée DUCHEMIN : ducheminrenee@yahoo.fr
Les commandes sont à envoyer à : Société Géologique du Nord, Mme la Trésorière, c/o Université de Lille – Sciences et Technologies, bâtiment SN5 (Sciences de la Terre), 59655 Villeneuve d'Ascq cedex (France).
Le catalogue avec son bon de commande est téléchargeable sur le site Web : <http://sgn.univ-lille1.fr>



CONSTRUIRE SUR DU SOLIDE



www.soletanche-bachy.com

Antenne Nord Picardie

6^{ème} rue du Port Fluvial

BP 7 - Santes

59536 Wavrin cedex

Tél.: 03 20 50 92 92 / Fax: 03 20 50 93 83

guillaume.catel@soletanche-bachy.com



SOLETANCHE BACHY

IRIS - LILLIAD - Université Lille 1

SOMMAIRE

Tome 23 (2^e série)

parution 2016

	Pages
Avant-propos : vie de la Société.....	3
La Société géologique du Nord il y a 50 ans.	9
David CAMPAGNE, Jean-Michel DAMBRINE, Michel DOFFE, Jean-François DUCHAUS- SOIS, Renée DUCHEMIN, Nicolas GREVET, Frédéric IMPORTUNO, Francis MEILLIEZ, Jean-Marc MOULLET, Luc PRUVOST, Marie-Nathalie ROUGET & Nadine SARRAZIN. — Quelle place pour la géologie dans les programmes de l'école au lycée ?	11
Francis MEILLIEZ. — Le Cambrésis masque-t-il un lien ou une discontinuité structurale entre l'Artois et l'Ardenne ?	17
Bruno MISTIAEN, Denise BRICE, Alain BLIECK, Olivier AVERBUCH, Jean- Marie CHARLET, L. M. Robin COCKS, Jean-Pierre COLBEAUX, Michel DE- BUYSER, Denis DEMARQUE, Patrick DE WEVER, Eric GROESSENS, Benoit L.M. HUBERT, Christian LOONES, Jean-Louis MANSY (†), Guy MARTINI, Francis MEILLIEZ & Diane VIDIER. — Le Boulonnais (Pas-de-Calais) : un patrimoine géologique remarquable, avec une attention particulière au Dévonien	31
Sébastien MAILLET & Bruno MILHAU. — Microspherules from the Givet Limestone in the Givetian historical type-area (Ardennes, France): description and significance	41
Francis ROBASZYNSKI. — André Delmer (1916-2015), membre de la Société Géologique du Nord depuis 1947 - ancien directeur du Service Géologique de Belgique (1962-1981) ..	53
Jean-Pierre LAVEINE, Thierry OUDOIRE & Jessie CUVELIER. — André Dalinval (1920-2015).....	65
Daniel VACHARD & Elisabeth LOCATELLI. — Eloge à Paul Huvelin (1932-2015)	69
Liste des membres de la Société géologique du Nord.....	75
Instructions aux auteurs / Instructions to authors.....	79
Catalogue des éditions.....	83

© 2016 Société Géologique du Nord Editeur, Villeneuve d'Ascq

Toute reproduction, même partielle, de cet ouvrage est interdite.

Une copie ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, photographie, microfilm, bande magnétique, disque, ou autre,
constitue une contrefaçon passible des peines prévues par la loi du 11 mars 1957 sur la protection des droits d'auteurs.

Imprimé en France (Printed in France)