

AVANT – PROPOS

Il y a encore peu d'années, la Karstologie, c'est-à-dire l'étude de l'ensemble des phénomènes particuliers aux régions calcaires semblables à celles du Karst de Slovénie, et la Spéléologie, c'est-à-dire l'étude des cavernes existant en profondeur dans ces mêmes régions, étaient considérées comme d'agréables distractions pour scientifiques un tantinet fantaisistes, mais plus encore comme prétextes à des explorations aventureuses dans les dernières retraites souterraines cachées au commun des mortels.

Cet objectif sportif a d'ailleurs conservé sa valeur puisqu'il a permis des découvertes d'une ampleur souvent stupéfiante, en nous apprenant par exemple que de larges conduits naturels creusés par les eaux pouvaient descendre à des profondeurs supérieures à 1500 mètres (Gouffre Jean-Bernard, ou du Foillis, en Haute-Savoie, France) ou s'entrecroiser en un réseau de galeries développées sur plus de 400 kilomètres (Mammoth Cave, dans le Kentucky, U.S.A.). En outre les prospections se sont étendues au monde entier, montrant la généralité des phénomènes karstiques non seulement dans les calcaires et dolomies comme il était classique, ou dans le sel et le gypse dont la facile solubilité l'expliquait également, mais aussi dans beaucoup d'autres roches jusqu'aux grès siliceux et quartzites où cela paraissait vraiment surprenant.

La science officielle s'est donc très naturellement trouvée obligée de tenir compte de l'importance du "monde souterrain", ou "endokarst", et de son retentissement sur les formes superficielles de l'"exokarst". Les recherches se sont très vite poursuivies partout et d'autant mieux que des laboratoires souterrains ont été créés en de nombreux pays; en outre, des congrès nationaux et internationaux ont entraîné les échanges de vues et l'émulation indispensables entre chercheurs.

Et l'on s'est alors aperçu que dans cette modeste branche des sciences, comme dans beaucoup d'autres, la recherche pure conduisait directement à de fondamentales applications. La principale de celles-ci est évidemment la découverte de réserves d'eau qui sont probablement les plus importantes décelables dans les roches sédimentaires, mais avec malheureusement des risques de pollution qui sont particulièrement graves. L'examen de la dynamique du karst, avec ses conditions de genèse, de stabilité ou de destruction, sa recherche par divers procédés, y compris la géophysique, sa datation précisée par les méthodes isotopiques, se sont aussi imposés parmi les objectifs prioritaires de la recherche à la fois pure et appliquée.

En Belgique, où l'étude des cavernes a toujours été à l'honneur, faire le point de nos connaissances est devenu une respectable tradition. Sans remonter à des réunions datant déjà d'un demi-siècle, on doit souligner qu'il y a cinq ans un colloque franco-belge de Karstologie appliquée avait été organisé, sous la présidence des professeurs A. PISSART et J. ALEXANDRE, par notre ami Camille EK. Le succès incontestable les a incités à mettre sur pied aujourd'hui un nouveau colloque, plus important encore puisqu'il est franchement international et qu'il offre un riche programme, aussi bien en salle dans le cadre prestigieux du château de Wégimont que sur le terrain des karsts belges, puis allemands où doit conduire le professeur K.-H. PFEFFER.

A tous ces organisateurs et à leurs nombreux collaborateurs dont nous n'oublierons pas le talent et le dévouement, va notre sincère reconnaissance; elle va aussi à l'Université et à la Province de Liège dont l'aide morale et matérielle a été précieuse; elle va enfin à la Société géologique de Belgique qui a accepté la lourde charge de la publication des Actes de ce colloque, brillante manifestation au succès de laquelle ont eu le plaisir de contribuer une bonne centaine de karstologues et spéléologues de quinze pays.

Bernard GEZE

Professeur honoraire de Géologie,

Membre de l'Académie d'Agriculture de France,

Président d'Honneur de l'Union Internationale de Spéléologie

INTRODUCTION

par

Camille EK & Jean GRIMBERIEUX

LES EAUX DES CALCAIRES DANS L'ECONOMIE WALLONNE

Les prélèvements annuels d'eau, en Wallonie, s'élèvent à quelque 400 millions de mètres cubes : l'équivalent des deux tiers du débit total des cours d'eau, et 61 % du total des prélèvements faits en Belgique. Plus des trois quarts des eaux prélevées en Wallonie sont des eaux souterraines et parmi celles-ci, les eaux des calcaires et des craies constituent de très loin la plus grosse ressource : environ 80 pourcents (1). C'est dire l'importance des roches carbonatées dans la fourniture d'eau à la Wallonie. Il faut préciser que pratiquement tous les affleurements de calcaires et de dolomies en Belgique sont des paysages karstiques.

L'importance des roches carbonatées n'est pas limitée à la fourniture d'eau : dans tous les domaines de la construction - et dans d'autres - les calcaires, les craies (pour le ciment surtout), les matériaux meubles de remplissage des dépressions karstiques, la dolomie, sont des matières premières abondamment exploitées et constituent des richesses naturelles majeures de la région.

Mais les roches carbonatées présentent aussi, du fait de leur solubilité, des inconvénients et des dangers particuliers, liés aux phénomènes karstiques : problèmes de stabilité des fondations des constructions et des travaux de génie civil, problèmes de pollution des eaux.

Si les réserves d'eau sont souvent à la fois abondantes et d'accès facile, dans les roches karstiques, elles sont par contre plus que d'autres sensibles aux pollutions, du fait de la rapidité de certaines circulations. Le karst est à la fois source de richesses et source de problèmes. D'où l'importance de son étude, et, en particulier, de l'étude de la dynamique des processus qui s'y déroulent et donnent naissance à de progressifs tassements ou à de soudains effondrements - les fameux "puits naturels" du Tournaisis, par exemple - ou à des circulations d'eau bénéfiques ou dangereuses selon les moments et les circonstances.

OBJECTIFS DU COLLOQUE

Dans la mesure où l'on maîtrise ses problèmes, le karst est une richesse naturelle, tant par ses ressources en eau que par ses ressources minérales, sans compter la

valeur touristique importante de ses paysages (vallées de l'Eau Noire, de la Lesse, de la Lomme, de l'Ourthe, de l'Ambève, etc., à leur traversée des calcaires; vallée de la Meuse de Dinant, Vallon des Chantoirs, etc.). La maîtrise des dangers et des inconvénients implique une bonne connaissance de la dynamique des processus karstiques. Le but du Colloque international de Karstologie appliquée est donc de faire l'état de la question, en Belgique et dans d'autres pays. Il profitera, à cet égard, de la présence de représentants de l'Allemagne, de l'Autriche, du Canada, de l'Espagne, des Etats-Unis d'Amérique, de France, d'Italie, des Pays-Bas, de Pologne, de Roumanie, du Royaume-Uni, de Suisse, de Tchécoslovaquie et de Yougoslavie.

Le Colloque va être une occasion d'échanger les résultats des dernières recherches dans ces pays. Nous avons aussi pour objectif de synthétiser ces travaux, d'en fournir une vue d'ensemble et, à partir de cela, de tirer des conclusions utiles et des perspectives. Pour la première fois au niveau international, dans le domaine de la Karstologie appliquée, des chercheurs de science fondamentale et des ingénieurs sont réunis pour échanger des points de vue. Ceci pose les bases d'une future action concertée dans laquelle les chercheurs de sciences appliquées et de science fondamentale uniront leurs efforts pour répondre aux problèmes humains, pratiques, économiques, posés par les phénomènes karstiques.

ETAT DE LA QUESTION ET PROGRES RECENTS EN BELGIQUE

En 1979 se déroulait à Liège le Colloque franco-belge de Karstologie appliquée. Ce fut l'occasion d'une revue des travaux belges antérieurs (Ek et Grimbérieux, éd., 1979). Avec ses vingt communications, ce Colloque fut l'occasion d'une mise au point des progrès récents réalisés en France et en Belgique. Depuis lors, les membres du Centre belge d'Etudes karstologiques (groupe de contact du F.N.R.S.) et d'autres chercheurs belges ont considérablement amplifié leurs efforts.

En 1982 se sont déroulées deux réunions, l'une consacrée à la karstologie et à la spéléologie en général, les Journées de la Spéléologie, dont les onze communi-

1) Tous les chiffres qui précèdent se réfèrent à l'année 1980 et sont extraits (largement arrondis) de l'"Etat de l'Environnement wallon", par la Section wallonne du Bureau du Plan, 1983.

cations scientifiques furent éditées par les soins d'Y. Quinif (1982), l'autre consacrée spécifiquement à la protection des eaux karstiques, comportant dix exposés publiés par la Société nationale des Distributions d'Eau et la Commission nationale de Protection des Sites souterrains (s.d./1984/).

Deux autres ouvrages collectifs montrent encore les progrès et l'expansion de la recherche dans notre domaine : aujourd'hui même, 1er juin 1984, à l'ouverture de ce colloque, sort de presse un ouvrage collectif de 584 pages qui, en 44 communications, fait le point des connaissances actuelles sur le karst belge et les karsts du nord-ouest de l'Allemagne (Ek et Pfeffer, éd., 1984).

Chacun des quatre ouvrages que nous venons de citer comporte une série de travaux dont nous ne ferons pas la liste ici : leur total se monte à quatre-vingt-cinq entre 1979 et 1984. Ces quatre volumes témoignent donc de la prise de conscience de l'importance des phénomènes karstiques en Belgique.

En dehors des articles rassemblés dans ces recueils, il faut encore citer, dans le domaine de la sédimentologie, les travaux de Quinif (1979), Quinif *et al.* (1979), Michel-Dewez et Ek (1982) et Girolimetto (1982); au sujet des isotopes dans le karst, citons Apers *et al.* (1980), Gewalt (1981) et Maes (1983); à propos de géomorphologie, Quinif (1980) et Goossens (1983). Dans le domaine appliqué et en particulier en géophysique et hydrogéologie, il faut rappeler les travaux de Monjoie (1981, 1984a, 1984b). Pour cet auteur, comme pour plusieurs autres (et en particulier Quinif et Ek), on pourrait aussi citer de nombreux travaux sur des pays autres que la Belgique, en Amérique, en Afrique et en Asie. Mais nous voulons ici limiter nos considérations aux recherches faites dans notre pays. Ceci suffit à montrer l'essor pris en Belgique par l'étude des phénomènes karstiques. On peut ajouter, même sans avoir l'espoir d'être complet, que dans un ouvrage collectif consacré à la préhistoire et qui va sortir de presse, se trouve un chapitre de B. Bastin sur le karst belge vu sous l'angle de la géologie du Quaternaire (Cahen et Haesaerts, éd., 1984).

Le Colloque franco-belge de Karstologie appliquée, la Journée sur la Protection des Eaux karstiques, plusieurs chapitres de l'ouvrage de Ek et Pfeffer et divers travaux récents éclairent en particulier l'expansion des études appliquées. Les communications présentées à ce Colloque montreront par ailleurs que l'intérêt pour ces questions n'est, en Belgique, que trop justifié par l'ampleur des problèmes spécifiques que posent les phénomènes karstiques.

Enfin, la façon dont nous avons juxtaposé, dans le cours de cette réunion, des communications portant sur des domaines semblables dans des pays différents montrera l'apport des confrontations internationales.

REMERCIEMENTS

Nous ne pouvons terminer cette introduction sans dire notre profonde reconnaissance à M. Valmy Féaux, Ministre de la Région wallonne pour l'Eau, l'Environnement et la Vie rurale, Président d'honneur du Colloque, et au Comité d'honneur, dont le patronage a été un grand encouragement.

Notre gratitude va aussi aux organismes qui ont subsidié le colloque, et d'abord au Fonds national de la Recherche scientifique et à la Région wallonne.

Nous remercions aussi pour leurs généreuses subventions le Ministère de l'Education nationale, le Commissariat général aux relations extérieures, l'Université de Liège, les Amis de la Société géologique de Belgique, la Compagnie intercommunale des Eaux, la Société Transcar, la Société Diasol et la Faculté des Sciences appliquées de l'Université de Liège.

Le Colloque a été organisé avec la collaboration de la Province de Liège : le château de Wégimont, lieu des assises du Colloque, est dans un Domaine provincial. C'est aussi la Province qui a fourni les autocars des excursions à Remouchamps et Hamoir, le matériel audiovisuel des salles de conférences et l'impression des programmes du Colloque. Que le Gouvernement provincial et particulièrement MM. les Députés permanents Gabriel, Gérard et Krupa soient vivement remerciés pour leur appui. M. Franck, Directeur du Domaine provincial de Wégimont, a assuré à nos hôtes une réception digne d'eux et digne aussi de la réputation de la Province de Liège. Nos visiteurs n'ont eu, pour le séjour au château de Wégimont, que des éloges. Nous remercions aussi Madame Lefèbvre, professeur à l'I.P.E.S. de Seraing 2, dont les élèves-hôtes et agents d'accueil ont assuré très efficacement et très courtoisement la réception des participants. C'est encore la Province qui, par l'entremise de M. J. Charlier, a subsidié, en collaboration avec Art et Vie, le concert de guitare du trio Mantekangel le soir d'ouverture.

La Ville de Liège a mis à notre disposition son Bureau du Tourisme de la gare comme centre d'accueil. Nous en sommes très reconnaissants.

Nous remercions aussi la Commune de Soumagne, qui nous a offert l'autocar qui a transporté les personnes accompagnantes dans le cadre d'un petit programme culturel. M. le Bourgmestre Janssens a toute notre gratitude, de même que les membres très serviables de son Administration communale.

La Société spéléologique de Wallonie et la Fédération nationale de Spéléologie et d'Alpinisme ont remarquablement organisé la visite de la grotte de Fontaine de Rivière et le parcours de la Basse-Lesse. Nous leur en sommes reconnaissants.

Nous remercions aussi le Dr. K.-H. Pfeffer et tous

les chercheurs de l'Institut de Géographie de l'Université de Cologne qui nous ont beaucoup aidés dans le domaine des traductions orales et écrites en allemand, et l'Institut supérieur des Langues vivantes de l'Université de Liège - et particulièrement le Dr. A. Moulin - pour les traductions en anglais.

Enfin, ce nous est un très agréable devoir de dire, du fond du coeur, un très grand merci aux trente collaborateurs bénévoles, membres du Laboratoire de Géomorphologie et de Géologie du Quaternaire de l'Université de Liège, ou parents et amis, qui ont assuré avec nous l'organisation, l'accueil et l'intendance du Colloque, et dont certains ont commencé à travailler à sa préparation plus d'un an à l'avance et ont continué à mettre en ordre la comptabilité et à réaliser l'édition des Comptes rendus pendant un an après le Colloque. Que chacun de ces collaborateurs, qui sont tous d'excellents amis, reçoive ici l'expression de notre cordiale reconnaissance.

BIBLIOGRAPHIE

- APERS, D.J., DEBUYST, R., DEJEHET, F. & LOMBARD, E., 1980. A propos d'un essai de datation par R.P.E. de concrétions calcaires de grottes belges. *Radiochem. Radioanal. Letters*, 45 (6) : 427-440.
- CAHEN, D. & HAESAERTS, P. (éditeurs), 1984. *Peuples chasseurs de la Belgique préhistorique dans leur cadre naturel*. Bruxelles (Institut royal des Sciences naturelles), 282 p.
- EK, C. & GRIMBERIEUX, J. (éditeurs), 1979. Compte rendu du Colloque franco-belge de Karstologie appliquée, Liège. 24-27 mai 1979. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 102 : 180 p.
- EK, C. & PFEFFER, K.-H. (éditeurs), 1984. *Le Karst belge. Karstphänomene in Nordrhein-Westfalen. Kölner Geographische Arbeiten, Heft 45*, 584 p.
- GEWELT, M., 1981. Les variations isotopiques du carbone et de l'oxygène dans une stalagmite de la grotte de Remouchamps (Belgique). *Méthodes et premiers résultats*. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 104 : 269-279.
- GIROLIMETTO, F., 1982. L'origine des dépôts cénozoïques "Om" et "On" à l'Ouest de la Meuse de Dinant. *Bull. Soc. géogr. Liège*, 18 : 49-57.
- GOOSSENS, R., 1983. Caractères géologiques, lithologiques et géomorphologiques de la région de Han-sur-Lesse. *G.E.O.*, 13 : 55-63.
- MAES, H., 1983. Ouderdomsbepaling van karstwateren met behulp van isotopenfysika. *Spelepers*, 1 : 18-21.
- MICHEL-DEWEZ, N. & EK, C., 1982. Méthode rapide de caractérisation des dolomies et calcaires magnésiens : la gaz-volumétrie. *Bull. Soc. géogr. Liège*, 18 : 41-48.
- MONJOIE, A., 1981. Détection des phénomènes karstiques par méthodes géophysiques. Colloque national du Comité belge de Géologie de l'Ingénieur. Gand, 1981 : 95-109.
- MONJOIE, A., 1984a. Bassin karstique de la région de Beaugard. Hydrogéologie des terrains karstiques, Histoire de cas. *International Association of Hydrogeologists*, 1 : 43-46.
- MONJOIE, A., 1984b. Etude du paléokarst de la région de Visé. *International Association of Hydrogeologists*, 1 : 139-141.
- QUINIF, Y., 1979. Les dépôts de grottes. Caractéristiques et moyens d'étude. *Speleologia Belgica*, 4 : 1-16.
- QUINIF, Y., 1980. Etude karstologique de la grotte de Bohon. *Revue belge de Géogr.*, 104 : 47-62.
- QUINIF, Y. (éditeur), 1982. Actes des Journées de la Spéléologie. Communications scientifiques. *Revue belge de Géogr.*, 106 (1) : 130 p.
- QUINIF, Y., DUPUIS, C., BASTIN, B. & JUVIGNE, E., 1979. Etude d'une coupe dans les sédiments quaternaires de la grotte de la Vilaine Source (Arbre, Belgique). *Ann. Soc. géol. Belg.*, 102 : 229-241.
- SECTION WALLONNE DU BUREAU DU PLAN, 1983. *Etat de l'Environnement wallon*. 2 volumes, Bruxelles.
- SOCIETE NATIONALE DES DISTRIBUTIONS D'EAUX & COMMISSION NATIONALE DE PROTECTION DES SITES SOUTERRAINS (s.d. / 1984 /). *Journée d'Etude sur la Protection des Eaux karstiques*, Bruxelles, 1982, 86 p.



GROTTE DE LA FONTAINE DE RIVÎRE : LE LAC

(Photo : Joseph Godissart et Michel Philippe)

La Grotte de la Fontaine de Rivière s'ouvre sur la rive droite de l'Ourthe, au sud de Hamoir, dans les calcaires frasniens. Elle a été découverte en 1968 par le Centre de Prospection liégeois de la Fédération nationale de Spéléologie et d'Alpinisme. Son développement est de près d'un kilomètre.

Le lac de la grotte occupe une surface de 1000 m² ; sa profondeur atteint 15 m ; sa longueur totale est de 70 m, et sa largeur maximum (entre le bord droit et le bord gauche de la photographie) environ 25 m. Le plafond

s'élève à 17 m au-dessus du plan d'eau à l'étiage. Les parois latérales sont conformes au pendage sud des bancs calcaires.

Sur la paroi du fond (paroi ouest), on peut distinguer, à 10 m au-dessus du lac, un ancien niveau, matérialisé par un léger bourrelet de calcite. C'est l'examen de cette photographie qui a révélé l'existence de cette formation, jusqu'alors inaperçue, et qui se prolonge à la même altitude au-delà de l'extension actuelle du lac. La calcite a été datée de 220.000 ± 33.000 ans B.P. (trois datations ²³⁰Th/²³⁴U de M. Gewalt).

COMPTE RENDU DE LA REUNION

par

Jean GRIMBERIEUX

MERCREDI 30 MAI : ACCUEIL DES PARTICIPANTS

Les participants au Colloque étaient accueillis dès quinze heures à la gare des Guillemins où, en collaboration avec l'Office du Tourisme de la Ville de Liège, un bureau spécial de réception a fonctionné pendant deux jours, même en dehors des heures normales d'ouverture. Des véhicules particuliers assuraient le transport des arrivants vers le château de Wégimont, où allait se dérouler le Colloque et où séjournaient les participants.

Le soir, à l'invitation du Gouverneur de la Province de Liège, une réception officielle devait rassembler les membres du Colloque à l'ancien Palais des Princes-Evêques, devenu Palais du Gouvernement provincial. La réception était honorée de la présence de M. Valmy Féaux, Ministre de la Région wallonne pour l'Eau, l'Environnement et la Vie rurale. Au nom du Gouvernement de la Province, MM. les Députés permanents Gérard et Gabriel souhaitèrent la bienvenue aux visiteurs venus de quinze pays. M. H. Trimmel, secrétaire général de l'Union internationale de Spéléologie, remercia, au nom des participants, la Région wallonne et la Province de Liège pour leur hospitalité.

JEUDI 31 MAI : VISITE DE SITES KARSTIQUES DANS LA PROVINCE DE LIEGE

Cette première journée complète fut consacrée à deux excursions simultanées. La plupart des participants furent emmenés en autocar à la Grotte de Remouchamps. C. Ek guida les visiteurs à travers la galerie supérieure et y montra les influences de la structure et les effets de l'encaissement de l'Amblève sur l'évolution des conduits. Il discuta aussi du chimisme actuel des eaux d'infiltration, qui dissolvent très activement le calcaire et sont saturées ou sursaturées après avoir traversé quelques mètres de roches. Le retour, par la galerie inférieure, parcourue par un cours d'eau souterrain, se fit en barque et fut l'occasion d'une discussion de la cinétique actuelle de la dissolution.

Après un frugal casse-croûte au soleil, dans une guinguette au pied des ruines du château d'Amblève, la journée continua par la comparaison des chantoirs du Rouge-Thiers (ou Trou du Moulin) et de Grand-

champs, deux points d'engouffrement des eaux qui alimentent la rivière souterraine.

Pendant ce temps, un groupe plus réduit fut transporté dans la région de Hamoir. Un premier arrêt eut lieu au Chantoir d'Insegotte, qui est l'un des nombreux ponors qui parsèment les calcaires dévonien de la bordure du bassin de Dinant, sur la rive droite de l'Ourthe. Les eaux du petit ruisseau qui entrent dans le Chantoir d'Insegotte parviennent après 70 h dans la grotte de Fontaine de Rivière, à 5 km seulement à vol d'oiseau, comme l'expliqua J. Godissart, qui fut le guide principal de cette deuxième excursion. Avec quelques collaborateurs de la Société spéléologique de Wallonie (S.S.W.) qui assure la sauvegarde de cette cavité fermée au public et admirablement conservée, J. Godissart mena ensuite ses invités à travers le dédale de la première partie de la grotte, qui est un réseau dont le tracé est très influencé par la structure des calcaires et des dolomies du Frasnien. M. Gewalt donna le résultat de datations ^{14}C et $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ effectuées par lui; l'une remonte à 220.000 ans BP. La grotte de la Fontaine de Rivière a comme deuxième partie une galerie dont le bout NW est occupé par un lac de 1000 m², par où on accède à un autre petit labyrinthe. L'évolution de la grotte et la formation du lac furent discutées sur place, à la lumière de nombreuses observations morphologiques.

A 18h30, les excursionnistes rentrés de Remouchamps et de Hamoir se retrouvèrent au château de Wégimont pour le premier dîner du Colloque.

Après cela, ils purent écouter un concert de guitares donné par le trio "Mantekangel" (André Manteca, Christian Ek et Angel Mangano), renforcé à un moment donné par Camille Ek.

VENDREDI 1^{er} JUIN : OUVERTURE ET COMMUNICATIONS

L'ouverture officielle du Colloque eut lieu le vendredi. M. A. Pissart, Directeur du Laboratoire de Géomorphologie et de Géologie du Quaternaire à l'Université de Liège, prononça, en sa qualité de Président du Comité organisateur, l'allocution de bienvenue. M. E. Laurent, Conseiller du Ministre de la Région wallonne pour l'Eau, l'Environnement et la Vie rurale, se chargea du discours d'ouverture, qui ne fut pas seulement un message d'homme politique, mais aussi une longue communication scientifique dont le contenu se retrouve dans trois ar-

ticles de ce recueil.

Après un exposé général de C. Ek sur le karst belge et ses problèmes actuels, deux communications de karstologie appliquée furent présentées par H. Trimmel (Autriche) et R. Dilamarter (Etats-Unis). Sous la présidence de V. Panoš (Tchécoslovaquie), vice-président de l'U.I.S., puis de K.-H. Pfeffer (R.F.A.), six participants intervinrent à propos de questions hydrologiques; ce furent successivement J.P. Biron (Belgique), A. Waltham (Royaume-Uni), J. Rodet (France), D. Dodge (Belgique) et, après le repas de midi, G. Fabre (France) et P. Papard (Royaume-Uni). N. Delattre (Belgique), J. Gunn (Royaume-Uni), J. Nicod (France) et J. Schroeder (Canada) traitèrent de problèmes d'aménagement du territoire. Quatre exposés, présentés, sous la présidence de M.M. Sweeting (Royaume-Uni), par J.-F. Thimus (Belgique), F. Cucchi (Italie), P. Naa (Belgique) et C. Schroeder (Belgique), concernaient des méthodes géophysiques. A l'issue de cette séance, D. Ford (Canada) fit une communication spéciale sur un karst arctique récemment découvert. Après le dîner, pendant que les membres du Bureau de l'Union internationale de Spéléologie tenaient une réunion de travail, les participants qui le souhaitaient furent conduits au centre de Liège pour y passer la soirée.

SAMEDI 2 JUIN :

COMMUNICATIONS ET CONCLUSIONS

Pour cette deuxième journée de conférences, les participants se répartirent en deux groupes le matin pour se retrouver ensemble l'après-midi.

Le premier groupe se réunit dans la salle nord du château et entendit huit communications consacrées à la karstologie appliquée. Les présidents de séance, successivement J. Nicod (France) et A. Droppa (Tchécoslovaquie) introduisirent J.-J. Delannoy (France), J.-L. Guendon (France), A. Ozer (Belgique), R. Tercafs (Belgique), C. Mangan (France), R. Gospodarič (Yougoslavie) et J. Choppy (France). Pendant ce temps, dans la Salle des Douves, A. Bögli (Suisse) puis B. Gèze (France) présidaient les séances orientées vers la dynamique karstique. On y entendit M. Landmann (R.F.A.) Ph. Renault (France), M. Pulina (Pologne), B. Lauriol (Canada), M. Bleahu (Roumanie), D. Burger (R.F.A.), G. Ponta (Roumanie), A. Briffon (Belgique), J. Pel (Belgique) et D. Ford (Canada); J. Grimbérieux, aidé par M.M. Sweeting, se fit le porte-parole de Song Lin Hua (Chine) qui n'avait pu venir au Colloque.

Après le lunch, on entendit, sous la présidence de H. Trimmel (Autriche), six exposés qui avaient trait à la mesure de l'érosion karstique et qui avaient pour auteurs Fr. Bocquet (France), A. Droppa (Tchécoslovaquie), J.-Fr. Close (Belgique) représenté par C. Ek, P. Gamez (France), T. Gerlach (Pologne), M. Kupper (Belgique) et F. Ugarte (Espagne).

Les dernières communications avaient comme sujet les isotopes et furent présentées, sous la présidence de R. Dilamarter (Etats-Unis), par T.C. Atkinson (Royaume-Uni) et M. Gewelt (Belgique).

A l'issue de ces deux journées d'exposés et de discussions, les conclusions en furent tirées par J. Nicod, K.-H. Pfeffer, U. Sauro et T.C. Atkinson qui se partagèrent la difficile tâche de synthétiser les travaux du colloque et d'envisager les perspectives d'avenir.

Le soir, un barbecue dans la cour d'honneur du château de Wégimont permit aux cent participants et aux organisateurs du Colloque, ainsi qu'à leurs proches, de fraterniser dans une ambiance très détendue.

En fin de soirée, la Commission U.I.S. de l'Erosion karstique tint ses assises dans la Salle du Guet. La séance fut consacrée aux problèmes d'harmonisation des données quantitatives sur l'érosion : standardisation des méthodes, des échantillons, des présentations des résultats. Puis fut discuté le calendrier de la Commission : on décida qu'une réunion ultérieure se tiendrait à Metz en mai 1985.

DIMANCHE 3 JUIN :

VISITE DE SITES KARSTIQUES EN WALLONIE

La dernière journée du Colloque se passa sur le terrain. Le matin, un autocar conduisit ceux qui l'avaient choisi à Rochefort, sur les calcaires dévonien. C. Ek et M. Gewelt y firent visiter la grotte de ce nom, dont la morphologie provient de quatre types de creusement au moins et où les éboulis sont très importants; l'accès à la cavité avait été dégagé, au prix d'un dur effort, par A. Slagmolen (de Spéleo-Secours). Le karst du Thier des Falizes fut ensuite observé sous la direction de R. Goossens. Un autre autocar amena le deuxième groupe sur les calcaires carbonifères de la Basse-Lesse, où J. Godissart fit voir, à l'air libre, quelques indices des raccourcis souterrains empruntés par cette rivière entre deux méandres successifs fortement encaissés.

Tous les participants se retrouvèrent l'après-midi à Onhaye où, sous une pluie battante, ils observèrent un paléokarst et des poches de dissolution remplies de sables et d'argiles cénozoïques. Cette dernière activité, effectuée dans des conditions peu favorables, fut particulièrement intéressante pour ceux qui, les jours suivants, se rendaient à l'excursion internationale dans les régions karstiques du Nord-Ouest de l'Allemagne, organisée par l'Institut de Géographie de l'Université de Cologne : sous la direction de MM. K.-H. Pfeffer, R. Zeese, H. Junge, W. Zeige et de Mme J. Hoffstätter-Müncheberg, les participants allaient visiter successivement, les 4 et 5 mai, les bassins calcaires de Sötenich et d'Iserlohn, dans le Massif Schisteux Rhénan et, le 6 mai, les hautes surfaces de Paderborn en bordure de la baie de Münster.

DISCOURS D'OUVERTURE DE M. E. LAURENT,

Conseiller du Ministre de la Région wallonne pour l'Eau, l'Environnement et la Vie rurale.

LA KARSTOLOGIE APPLIQUEE A LA PROTECTION DES RESSOURCES EN EAU

Les roches carbonatées, sujettes aux phénomènes karstiques, peuvent contenir de très grandes ressources en eau. A cause de leur transmissivité élevée, ces aquifères sont généralement exploités très largement. Cette facilité de circulation de l'eau entraîne deux inconvénients majeurs :

1. une surexploitation fréquente de l'aquifère;
2. une protection insuffisante des captages contre les pollutions, résultant du manque de filtration et de la rapidité des transferts de polluants.

C'est ainsi que les incidents de pollution des captages d'eau dans les calcaires sont souvent catastrophiques. Ces dégradations de l'eau proviennent le plus souvent des causes suivantes :

- infiltration d'eau de surface polluée dans l'aquifère en particulier par infiltration induite suite à un captage (ex. : pollution du captage du Gobry, infiltration de captage de Spy).
- déversement d'égoûts ou d'eaux usées locales dans les chantoirs ou dans les cours d'eau (ex. : pollution du Néblon).
- dépôts d'immondices ou de produits toxiques dans d'anciennes carrières de calcaire ou de sable (ex. : carrières du Tournaisis).
- effondrements karstiques avec rejet direct d'eau de surface ou de déchets ménagers.

Dans ce dernier cas, un exemple type vient immédiatement à l'esprit. C'est l'accident spectaculaire de Kain en janvier 1977; de nouveaux effondrements karstiques viennent d'ailleurs de se produire dans les environs du site affecté en 1977.

Pour compléter cette actualité, signalons la découverte d'un karst important sous le site de la future station de la Gileppe.

Il faut, en terminant cette introduction, situer l'importance des calcaires et des craies dans la production d'eau souterraine de la Région wallonne. Le tableau 1 donne les débits captés en 1980 dans les principaux aquifères de ce type.

Pour illustrer la difficulté de protection des captages d'eau dans les roches sujettes au karst, un examen de leurs caractéristiques hydrogéologiques s'impose. A titre d'exemple, le tableau 2 illustre quelques données récentes concernant ces paramètres d'écoulement et de dispersion.

Les données de ce tableau permettent de conclure ainsi :

1. Les hautes transmissivités des roches calcaires, en particulier dans les zones karstiques, justifient les débits élevés des captages implantés dans ces nappes. Cette facilité d'exploitation explique l'engouement des distributeurs d'eau pour ce type d'aquifère avec deux conséquences immédiates : d'une part, les volumes très importants captés, d'où l'importance vitale de ces aquifères; d'autre part, la surexploitation locale de plusieurs d'entre eux (Calcaire carbonifère du Tournaisis, Crétacé de la Haine, ...).
2. Les vitesses de pores très élevées et les porosités importantes dans les zones karstiques sont les causes principales de la vulnérabilité de ce type d'aquifère (par vitesse de pore, on entend la vitesse de l'eau dans les pores par opposition à la vitesse de DARCY). Le pouvoir autoépurgateur de l'aquifère par durée de transfert et par effet de filtration risque donc d'être très réduit. Ce type d'aquifère est particulièrement vulnérable surtout aux rejets directs.
3. Le danger de rejet direct, à son tour, se trouve accru par la possibilité de puits, naturels ou accélérés, d'effondrement karstique et par l'exploitation en carrière de la roche.
4. Les très hautes valeurs de coefficients de dispersion impliquent la nécessité impérieuse d'un réseau dense et étendu de surveillance en cas de pollution accidentelle.
5. Une pollution indirecte après dispersion dans un aquifère ou un aquitard surmontant la roche calcaire peut dégrader progressivement l'aquifère calcaire principal ou se superposer à une pollution directe (Gulinck, 1979). A titre d'exemple, la dispersion d'une pollution dans l'aquifère des alluvions pléistocènes de l'Escaut aboutit au transfert vers le Calcaire carbonifère des polluants résultant des dépôts d'immondices.

Le tableau 2 donne les caractéristiques de cette dispersion déterminées par modèle bidimensionnel.

En résumé, au point de vue hydrogéologique, les roches calcaires et crayeuses peuvent être caractérisées par une vulnérabilité très grande. Combinée à la surexploitation liée à la facilité de capter des débits importants, cette caractéristique peut mener à la destruction de ces aquifères. Le souci de protection quantitative et qualitative de ce type d'aquifère est donc une des

Tableau 1. - Quantités d'eau prélevées en 1980 pour la distribution d'eau en région wallonne dans les calcaires et les craies.

Aquifère	Quantité en m ³	‰ Prélèvement total
Calcaires dévoniens :		
- Bords Nord et Sud du Bassin de Dinant	5.636.305	1,83 ‰
- Bord Nord du Synclinal de Namur	2.473.427	0,80 ‰
- Bord du Bassin de la Vesdre	51.884	
Calcaire Carbonifère :		
- Fenêtre de Theux et Bassin de la Vesdre	216.881	0,07 ‰
- Synclinorium du Condroz	66.715.866	21,65 ‰
- Bord Sud du Synclinal de Namur	6.887.070	2,23 ‰
- Bord Nord du Synclinal de Namur	79.851.748	25,91 ‰
Crétacé :		
- Plateau de Herve	831.555	0,27 ‰
- Bassin de Hesbaye	36.232.064	11,76 ‰
- Bassin de la Haine	32.154.300	10,43 ‰
TOTAL :		74,95 ‰

préoccupations majeures de la Région wallonne et nous sommes persuadés que les travaux de ce colloque contribueront à cet objectif.

Au nom du Ministre Valmy FEAUX, j'ouvre ce colloque dans l'assurance que ses travaux contribueront à une meilleure gestion et à la protection des milieux karstiques. La Région wallonne remercie les nombreuses personnalités scientifiques présentes qui prendront part à ce travail primordial.

BIBLIOGRAPHIE

- GULINCK, M., 1979. Surveillance de la nappe des alluvions pléistocènes, dans "Tournais 77-78", Professional Paper 1979/1, 157 : 26-31.
- I.D.E.A., 1982. Détermination des ressources souterraines de la nappe du Crétacé de la Haine, Rapport préliminaire, 38 pp.

LAURENT, E. & HENRY, J., 1979. Evolution qualitative de la nappe du Calcaire carbonifère du Tournaisis suite à l'infiltration d'eau de l'Escaut à Pont-à-Chin, 1ère partie : Les observations et les types de pollution, La Technique de l'eau, mai 1979, 389 : 9-16.

LAURENT, E. & HENRY, J., 1979. Evolution qualitative de la nappe du Calcaire carbonifère du Tournaisis suite à l'infiltration d'eau de l'Escaut à Pont-à-Chin, 2è partie : Interprétation hydrogéologique de l'infiltration, La Technique de l'eau, juin 1979, 390-391 : 21-30.

LAURENT, E. & GHYSSEL, P., 1981. Zones de protection du captage du Triffoy, commune de Huy, La Technique de l'eau, janvier 1981, 409 : 21-35.

LAURENT, E., 1982. Détermination du coefficient intrinsèque de dispersion radiale du Crétacé de la Haine à Havré. Fiabilité du modèle radial de dispersion basé sur ce coefficient, La Technique de l'eau, décembre 1982, 432 : 9-16.

Tableau 2. - Caractéristiques hydrogéologiques des craies et calcaires

TABLEAU II.

CARACTERISTIQUES HYDROGEOLOGIQUES DES CRAIES ET CALCAIRES

AQUIFERE et SITE	REFERENCES	VITESSE DE PORES	TRANSMISSIVITE	STOCKAGE OU POROSITE	COEFFICIENT DE DISPERSION
<u>CALCAIRE CARBONIFERE</u> CARBONIFERE Pollution type 1.	LAURENT E. et HENRY J. (1979)	5,45 m/j	T = 70 m ² /hr K = 1,55 m/h local K = 1,80 m/h moyen Ep. utile 38,9 m	5,81 %	$\alpha_L = 234 \text{ m}$
<u>TURONIEN et ALLUVIONS</u> Pollution type 3	LAURENT E. (inédit)	2,51 m/j			$\alpha_L = 8,21 \text{ m}$ $\alpha_T = 0,88 \text{ m}$
<u>CRETACE DE LA HAINE</u> HAVRE. Essai traçage Modèle radial	LAURENT E. (1982) h 16 h 17 h 17	1,33 m/h 1,31 m/h	T = 19,14 m ² /h Ep. = 25,5 m	2,82 % 2,87 % 2,87 %	$\alpha_R = 12,5 \text{ m}$ $\alpha_R = 9,61 \text{ m}$ $\alpha_R = 6,0 \text{ m}$
CUESMES. Essai pompage	I.D.E.A. (1982)		T = 16,41 m ² /h T = 18,79 m ² /hr	3,5 % dénoyé 0,5 % captif	
<u>CRETACE DE HESBAYE</u> NOVILLE. Pompage	LAURENT E. (inédit)		20 m ² /hr	0,3 % captif	
<u>CALCAIRE CARBONIFERE</u> SPV. Pollution induite	LAURENT E. (1976)		T = 6 m ² /h	0,01 % captif	
<u>CALCAIRE CARBONIFERE</u> TRIFFOY. Modèle galerie	LAURENT E. et GHYSEL P. (1981)		k = 1,82 m/h		