

V^e CONGRÈS INTERNATIONAL
D'HYDROLOGIE, DE CLIMATOLOGIE
ET
DE GÉOLOGIE
LIÈGE, 1898.

PROCÈS VERBAL
de la séance du 30 Septembre 1898
DES
SECTIONS DE CLIMATOLOGIE ET DE GÉOLOGIE RÉUNIES
PRÉSIDENTE DE M. A. LANCASTER.

Question à l'ordre du jour :
GRISOU ET MISTPOEFFERS

LIÈGE
IMPRIMERIE H. VAILLANT-CARMANNE
rue St-Adalbert, 8.

1901

SECTIONS

DE CLIMATOLOGIE ET DE GÉOLOGIE RÉUNIES.

Séance du Vendredi 30 Septembre.

Présidence de M. LANCASTER, président.

Siègent au bureau : MM. FIRKET, HEPITÉS, DWELSHAUVERS-DERY
et POLIS.

Les dégagements de grisou dans les mines et les dépressions barométriques,

PAR M. LE PROFESSEUR A. FIRKET.

(Voir le mémoire p. 159).

M. CHALON. Je crois qu'il serait préférable de reporter la discussion du rapport présenté par M. Firket après la communication de M. Van den Broeck qui traite à peu près du même objet.

M. FIRKET. Je crois que je suis d'accord avec M. Van den Broeck?

M. VAN DEN BROECK. Oui.

M. FIRKET. Les observations se font depuis douze années, je connais celles faites dans la province de Liège, je ne possède pas de renseignements aussi étendus sur celles faites dans le restant du pays.

M. HARZÉ. Vous admettez que l'influence barométrique puisse s'exercer par les cassures qui, se formant d'une exploitation à l'autre, peuvent réunir des travaux abandonnés à d'autres encore en exploitation et que, dans certaines circonstances, les baisses barométriques peuvent compromettre la sécurité du travail, surtout quand on emploie des explosifs?

M. FIRKET. Oui, mais je n'avais pas cru devoir entrer dans ces explications trop techniques.

M. CHALON. Mais on est partout d'accord pour admettre que, si

l'état d'équilibre est rompu par suite d'une baisse barométrique, le gaz détonnant tend à se dégager.

M. FIRKET. On est d'accord pour admettre cette influence, mais dans un sens restreint.

M. LANCASTER. La parole est à M. Van den Broeck.

Origine des bruits marins observés sur le littoral de la mer du Nord,

PAR M. VAN DEN BROECK.

Je m'empresse de dire que c'est grâce à l'obligeance de M. Lancaster qui a bien voulu me permettre de faire appel aux observateurs par sa revue « Ciel et Terre » que j'ai pu faire cette communication. (Voir le mémoire p. 65).

M. POLIS. Les mistpoeffers ont toujours été observés par un temps de brouillard et alors que l'air était calme. Je crois devoir chercher leur cause uniquement dans des phénomènes atmosphériques.

Lorsqu'il y a du brouillard, des différences de température exceptionnelles peuvent se produire, surtout aux surfaces limites, ce qui est prouvé par les observations scientifiques faites à bord des ballons. D'après la théorie de Helmholtz, ce sont là les conditions nécessaires à la production d'ondes atmosphériques. La vapeur d'eau est toujours fortement électrisée et est *négative*, en sorte que des décharges électriques ne sont pas impossibles dans la couche supérieure du brouillard : l'épaisseur de celui-ci empêche naturellement de voir l'éclair. Ces décharges produisent un bruit, à cause du mouvement des couches d'air ; à ma connaissance, MM. Elster et Geitel ont observé semblable phénomène dans leurs expériences de laboratoire. Si l'on ne perçoit pas partout ces bruits, il faut l'attribuer à la formation d'ondes stables (stehende Wellen).

M. CHALON. Je crois qu'il y a du vrai dans la théorie de M. Polis, et qu'on devrait chercher la cause des Mistpoeffers des côtes dans l'électricité atmosphérique, qui doit avoir une influence sur les mouvements sismiques et aussi sur les phénomènes acoustiques.

M. VAN DEN BROECK. Quelle que soit l'origine du phénomène, j'ai fait remarquer qu'il n'est pas douteux que l'électricité atmosphérique y joue un certain rôle ; mais les phénomènes électriques peuvent être eux-mêmes une conséquence des phénomènes sismiques.

Le fond du phénomène peut donc être sismique et avoir une réaction électrique se transformant elle-même en ondes sonores, donc en phénomène acoustique ; en tous cas et de toute manière, le phénomène sismique me paraît primordial.

M. LANCASTER. Je suis d'accord avec MM. Polis et Chalon pour croire que les phénomènes électriques devraient être étudiés attentivement dans cette question.

M. VAN DEN BROECK. Je crois aussi que ce point de vue de la question doit être recommandé aux observateurs.

Je vais à cet égard vous donner lecture d'une lettre de M. Tillier, qui a observé ces phénomènes le 8 septembre dernier.

Pâturages, le 16 septembre 1898.

Mon cher Van den Broeck,

Depuis que je cherche à me rendre compte des causes qui provoquent les bruits particuliers connus sur le littoral sous le nom de Mistpoeffers, je n'ai pas souvenir d'une journée aussi favorable aux observations que celle du jeudi 8 septembre 1898, à Heyst s/Mer.

Je viens vous faire part (pour que cela soit joint à votre dossier) des phases du phénomène.

Dès le matin, la journée s'annonçait comme devant être très chaude; le temps était calme au point que la mer était la plus unie que l'on puisse voir.

Un léger brouillard, d'intensité égale, se montrait uniformément partout vers l'intérieur (terres).

Sur mer, au contraire, de grandes taches ou surfaces d'eaux brillantes et claires, *très visibles*, étaient séparées entre elles par d'autres taches dont l'eau était presque invisible par suite de l'évaporation intense formant brouillard au-dessus d'elles; le vent était nul. Cet aspect de la mer dura, pour ainsi dire, toute la journée.

J'arrive maintenant aux faits observés :

Dès 9 heures du matin, je commençai à percevoir les premiers bruits, mais ceux-ci étaient relativement faibles et se faisaient entendre à des intervalles éloignés.

Peu à peu ces bruits se multiplièrent en nombre, tout en augmentant en force, si bien que plus la chaleur s'élevait, plus ils étaient rapprochés et bruyants.

Vers midi, leur intensité devint telle que je perçus à diverses reprises un tremblement de ma villa, et j'attire votre attention sur ce point, c'est que les secousses perçues n'avaient nullement pour cause une trépidation du sous-sol comme celle que l'on ressent au passage d'un train, mais étaient bien produites par une trépidation atmosphérique; à certains moments coïncidant avec les déflagrations j'ai remarqué un tremblement de portes dont la cause ne pouvait bien certainement provenir que d'un déplacement de l'air.

C'est vers une heure que j'ai observé la plus forte secousse accompagnant le plus fort bruit de la journée.

A partir de ce moment, j'ai constaté une décroissance du phénomène en quelque sorte identique à la croissance observée le matin, pour cesser complètement vers 4 1/2 heures.

Vers 6 heures, la mer, toujours aussi calme que le matin, était couverte uniformément d'un très léger brouillard, les taches claires observées le matin avaient disparu. Le même état de l'air pouvait s'observer vers l'intérieur (terres).

Un détail important à noter : tous les bruits venaient de la mer.

De ce qui précède, il résulte :

1^o Que la chaleur doit être considérée comme la cause première qui provoque ces bruits, ceux-ci augmentant en nombre et en force avec elle, atteignant le maximum d'intensité au moment où celle-ci est la plus forte, pour diminuer ensuite en force et en nombre au fur et à mesure que la chaleur baisse.

2^o Que ces bruits ont leur source dans l'air et qu'il faut exclure toute autre idée de provenance.

3^o Que les effets qui les produisent sont en tous points semblables à ceux ressentis en temps d'orage (tremblement de maisons, portes secouées, vibration des fenêtres, etc., etc.), avec cette différence qu'ils sont fortement atténués.

J'estime donc que le phénomène est dû à des déflagrations électriques.

Il ne me paraît même pas impossible de tenter une explication (discutable sans doute) sur la façon dont ces bruits se produisent.

Ces taches de brouillard naissant, observées si visiblement sur la mer, avaient une faible épaisseur ou hauteur au dessus de l'eau (on observe parfois le même phénomène dans l'intérieur des terres sur de grandes surfaces de prairies par un temps sec et chaud); ces buées flottantes, constituant en quelque sorte ce brouillard, doivent renfermer de l'électricité à l'état très dilué (si je puis m'exprimer ainsi). Il me paraît possible de concevoir que l'électricité ainsi diluée, en masse à l'état de quantité et non de tension, peut produire, par son inflammation, des traînées déflagrantes, sans accompagnement d'éclairs visibles, surtout en plein jour sous un soleil de plomb (aux seuls moments où le phénomène qui nous occupe, peut s'observer).

Ces déflagrations se produisent surtout très près de la surface où elles s'engendrent; de là le bruit qui paraît sourd, très fort, mais toujours ondulatoire et en quelque sorte traînant.

D'autres observations pourront, sans doute, confirmer cette manière de voir.

Le lendemain, 9 septembre, la journée s'annonçait comme devant être semblable à celle de la veille; toutefois, dès le matin, j'avais remarqué que le brouillard était uniformément réparti sur toute la surface de la mer (alors que, la veille, il n'y existait que par taches

bien séparées); aucune conflagration ne fut entendue. Tels sont les faits, observations et déductions que je crois utile de vous adresser; ajoutés à d'autres que vous possédez, ils pourront, je l'espère, vous aider dans les recherches que vous avez entreprises.

Recevez, etc.

(signé) Ach. TILLIER.

M. HARZÉ. La mer du Nord est sillonnée en tous sens par des bateaux pêcheurs. A-t-on signalé que des pêcheurs se seraient trouvés près des centres de détonation ?

M. VAN DEN BROECK. Les marins signalent comme centre des phénomènes le 7^{me} banc de Bergues, en face de Dunkerque. Le bruit n'y est pas perçu de façon beaucoup plus forte, mais des marins ont la sensation que le bruit se produit autour d'eux.

Voici un fait saillant; M. Van den Borren, ancien officier de génie, dormait dans la région de Nieuport, au fond d'une barque de pêche; il s'est trouvé brusquement réveillé par un choc; il avait eu comme la sensation d'un coup frappé contre la cloison sur laquelle sa tête était appuyée; le bruit lui semblait venir du fond de la mer; en haut, sur le pont de la barque, on n'avait rien entendu.

M. LANCASTER. Des observateurs n'ont-ils jamais signalé le bruit comme venant d'en haut ?

M. VAN DEN BROECK. Non, on n'a jamais signalé le bruit comme venant d'en haut, mais, dans l'intérieur des terres, on le signale comme venant de loin.

Cela est si vrai que de nombreux observateurs ont cru qu'il était la transmission de détonations d'artillerie produites à grande distance.

M. Lecointe a recueilli trois observations de Mistpoeffers le dimanche; or, on ne tire pas le canon ce jour-là.

A ce sujet, permettez-moi de signaler en passant une remarque. On a constaté la transmission du son des pièces de canon d'alarme de l'estacade d'Ostende jusqu'à Dunkerque, dans certaines conditions.

Lorsque le canon se tire à Ostende, un observateur placé à Dunkerque a pu entendre les détonations quand il se trouvait sous son parapluie, déployé contre le vent venant de la direction d'Ostende; s'il le fermait, il n'entendait plus rien; s'il le rouvrait, il entendait de nouveau. De même, lors de ces expériences, un observateur, placé dans une région voisine d'Ostende, derrière une cabine, entendit également les coups de canon, tandis que, sur la plage et sur la dune, on n'entendait rien.

Il y a donc là un phénomène spécial de résonance et l'indication que certaines conditions spéciales peuvent favoriser les transmissions du son à grande distance. Tout ceci complique fortement l'étude de ces phénomènes.

M. LANCASTER. Tyndal avait déjà signalé des faits de propagation du son à des distances très considérables.

M. FIRKET. Il y a quelques années, me trouvant avec M. Casse au bord de la mer, nous avons entendu des détonations, des Mistpoeffers; puis, quelque temps après, nous les avons entendus à nouveau, comme répercutés par des nuages acoustiques.

M. LANCASTER. Personne ne demandant plus la parole au sujet de la communication de M. Van den Broeck, je vais, avant que nous n'abordions la discussion de la seconde communication, vous donner lecture d'une lettre que M. Harzé m'a adressée à ce sujet :

Monsieur le Président,

Dans sa note sur les : Manifestations grisouteuses et leur prévision, M. Van den Broeck écrit : « Le travail de décomposition brusque et d'émiettement poussiéreux se trouve ainsi préparé et facilité, sans compter que le choc à *lui seul* peut, comme dans le cas classique de la larme batavique, successivement rappelé au sujet des tensions grisouteuses internes par MM. Melsens et Harzé, suffire à produire des phénomènes explosifs, etc., etc. »

C'est à tort que l'honorable rapporteur avance que M. Melsens ait fait un rapprochement entre les dégagements instantanés de grisou et l'éclatement des larmes bataviques; ce rapprochement a été exposé pour la première fois dans mon mémoire de fin 1884.

Recherches faites au sujet d'une communication de M. Melsens à l'Académie de Belgique en 1879, ce savant n'a visé que l'ébranlement produit par le forage dans la masse de charbon, ébranlement qui pourrait déterminer « une désagrégation particulière de la paroi sous laquelle le grisou est enfermé », ce qui d'ailleurs est peu clair. Et, comme exemple, il se borne à citer le bris des tubes de laboratoire renfermant des gaz liquéfiés à haute pression lorsqu'on rompt mécaniquement la partie effilée au lieu de la fondre.

Je vous prie, Monsieur le Président, de bien vouloir donner connaissance de cette lettre à l'assemblée.

Veuillez aussi agréer, Monsieur le Président, etc.

(signé) EM. HARZÉ.

Les manifestations grisouteuses et leur prévision dans ses rapports avec la météorologie endogène et avec la météorologie atmosphérique,

PAR M. ERNEST VAN DEN BROECK.

Depuis longtemps déjà, mais spécialement depuis l'approfondissement de plus en plus considérable des exploitations houillères, approfondissement qui s'est montré en corrélation absolue avec

l'augmentation du *danger grisouteux*, l'étude du redoutable problème qu'évoque ces mots, a préoccupé les exploitants, les techniciens et ingénieurs de la mine, ainsi que les hommes de science des pays à bassins houillers.

Les Gouvernements, à leur tour, se sont émus, et, depuis une vingtaine d'années, des commissions officielles d'études grisouteuses ont été nommées successivement en France, en Angleterre, en Belgique, en Saxe, en Prusse, en Autriche et ailleurs.

Commissions, ingénieurs, spécialistes et savants divers se sont, depuis lors, mis à l'œuvre avec un redoublement d'activité. Les Ingénieurs des mines principalement, ayant à lutter corps à corps avec l'ennemi commun, ont rivalisé de zèle et de dévouement pour arracher à la Nature son terrible secret et ont ainsi uni leurs efforts à ceux de la Science contre le fléau des mines grisouteuses.

De grands progrès ont été ainsi accomplis et si toutes les victoires obtenues n'ont pu s'illuminer des rayons d'une publicité au grand jour, du moins les combattants de l'obscur domaine du grisou ont-ils eu la satisfaction intime, mais partagée cependant par ceux qui pouvaient apprécier leurs travaux et résultats, de se convaincre que de nombreuses catastrophes *ont pu être évitées*, d'innombrables vies *sauvées*, grâce aux précautions intelligemment prises, aux sages mesures ordonnées, aux judicieux perfectionnements apportés successivement aux conditions d'aérage, d'éclairage, d'abatage et, en général, au mode d'exploitation et à la conduite des si dangereux travaux préparatoires des chantiers souterrains.

Mais le *problème essentiel* du grisou : sa genèse, ses relations précises de gisement; ses modifications éventuelles et localisées d'états physiques et de combinaisons chimiques diverses; les causes précises de sa formidable pression interne et des curieuses variations et anomalies de celle-ci; les motifs de ses dégagements, surtout de ceux qui se manifestent sous forme d'explosions ou d'irruptions brusques et — principalement dans nos régions — de *dégagements instantanés*; les relations si précieuses à connaître de son émission et des diverses manifestations qui s'y rattachent intimement — plus variées qu'on ne le pense généralement : telles par exemple que les éboulements souterrains, les coups d'eau, etc., — avec d'autres

phénomènes, soit naturels et endogènes, soit produits par l'exploitation elle-même : tout ce vaste ensemble de données constitue encore de nos jours, malgré les progrès réalisés dans l'exploitation et dans ses conditions de sécurité, un terrain pour ainsi dire vierge au point de vue scientifique et de celui des *lois de prévision* qui pourront ultérieurement résulter de l'exacte connaissance de ces multiples desiderata.

Jusqu'ici le domaine de la *recherche des prévisions* s'est localisé, du moins en Belgique, dans l'étude du problème spécial des relations que pouvaient présenter les manifestations grisouteuses avec les données de la *pression atmosphérique*. Partout ailleurs, comme chez nous, ce problème ainsi localisé, a également été l'objet de travaux, d'observations, d'expériences et de recherches, qui, le plus souvent contradictoires et déconcertants dans leurs résultats, ont provoqué la publication d'une quantité de mémoires, d'études et rapports dont les conclusions, surtout depuis ces dix dernières années, sont généralement le *doute* ou la *négation* des résultats naguère espérés. On y trouve cependant, souvent exprimée, cette restriction, que des corrélations, encore impossibles à définir ou à synthétiser en lois, paraissent exister entre les phases d'excitation de l'émanation grisouteuse et certaines dépressions barométriques, qui toutefois les suivent aussi bien qu'elles les précèdent ou les accompagnent, dans des conditions qui jusqu'ici semblent échapper à l'analyse.

Il paraît étonnant, pour qui a suivi certain mouvement scientifique spécial parti d'Italie vers 1875, et sporadiquement mené d'une manière indépendante en Angleterre (1875) et en France (1883), que les corollaires pouvant être normalement déduits de l'exposé des vues nouvelles alors présentées, n'aient pas fait comprendre aux chercheurs, qui s'obstinaient à considérer les dépressions barométriques comme un *facteur initial* du dégagement grisouteux, qu'ils étaient dans une fausse voie, dans une véritable impasse, où l'on devait vainement continuer à s'agiter sur place.

Cette voie nouvelle était celle ouverte par le chevalier *M. S. de Bossi*, le fondateur de la *MÉTÉOROLOGIE ENDOGÈNE*, science appelée,

en matière de prévisions grisouteuses, à fournir la reconnaissance d'un groupe de faits devant remplacer absolument comme facteur initial et prépondérant, l'influence jusqu'alors accordée à la *Météorologie atmosphérique*, ou *exogène*. En réalité, les phénomènes classiques de celle-ci et notamment les dépressions atmosphériques accentuées, les orages, les ouragans, tornades et cyclones sont, très souvent, et au même titre que des émissions variées d'activité fluïdique et gazeuse, telles que les feux de St-Elme, le grisou, les accentuations de dégagements gazeux des sources thermales et autres, de simples corollaires des phénomènes endogènes : telluriques, magnétiques, électriques et sismiques principalement, la plupart peu ou point appréciables par l'organisme humain.

Suivant les conditions climatiques et les circonstances régionales atmosphériques : électriques et calorifiques; suivant la nature et les caractères des courants aériens et nuageux; suivant leur état de tension électrique et physique par rapport à l'effluve — d'origine cosmique, on le verra plus loin — cause de l'action endogène, il arrive VARIABLEMENT que le corollaire atmosphérique ou exogène *précède*, *accompagne*, ou *suit* le corollaire grisouteux.

Si les manifestations *endogènes*, qui constituent le véritable *précurseur* du grisou, échappent presque toujours à nos sens, du moins peuvent-elles être aisément décelées, sous forme de microsismes et d'agitations terrestres, de bruits et de rumeurs souterraines, de perturbations magnétiques et telluriques, d'orages internes et de phénomènes divers, que l'emploi des tromomètres, sismographes, microsismographes, pendules divers, microphones, barreaux aimantés, magnétomètres et électroscopes, permettent de reconnaître avec facilité.

Ce rapide exposé suffit pour faire comprendre que c'est l'étude de la *Météorologie endogène* qui doit fournir la clef des solutions cherchées, comme elle nous a déjà fourni celle des décevantes contradictions et anomalies des corrélations vainement cherchées entre les dégagements grisouteux et les baisses barométriques.

Quel est maintenant le fait précis, ou bien l'ensemble de faits, qui permet d'espérer des résultats féconds dans cette voie toute nouvelle, ou du moins encore si peu explorée?

Sans entrer ici dans des développements déjà fournis ailleurs (1) et qui ne sont pas d'ailleurs une nouveauté pour ceux qui ont suivi le mouvement scientifique, relatif à la *physique du globe*, qui s'est si brillamment développé dans ce dernier quart de siècle, je rappellerai que, de jour en jour, l'influence des *causes cosmiques*, surtout celles d'*origine solaire*: électriques, magnétiques et fluidiques diverses, agissant, par un véritable phénomène d'induction à distance, sur le globe terrestre, y amène et y provoque un ensemble de manifestations aussi bien au sein de la terre que sur son enveloppe aérienne. Ces manifestations sont dues, non seulement aux tempêtes électriques à récurrences et à intensité variables, que nous dévoilent le jeu grandiose des protubérances solaires (2), mais encore aux retours périodiques divers d'influences du même astre dans ses rapports avec la terre. Déjà plusieurs des lois de cette périodicité, à phases complexes, commencent à nous être connues, ainsi également

(1) *Le grison étudié dans ses rapports avec les phénomènes de la météorologie endogène et au point de vue de sa prévision par l'observation des microsismes. Exposé des motifs*, par E. VAN DEN BROECK. Bulletin de la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie, tome XII, 1898. Procès-verbaux des séances spéciales. Séance du 14 juin 1898.

Historique de l'étude du grison dans ses relations avec les microsismes et avec les phénomènes de la météorologie endogène, par E. VAN DEN BROECK. Ibidem. Séance du 14 juin 1898, pp. 33-30 (le travail *in extenso* paraîtra aux Mémoires).

La météorologie endogène et le grison, par E. VAN DEN BROECK. (Causerie faite le 3 juillet 1898, à l'occasion de la session extraordinaire, à Béthune, de la Société géologique du Nord). — Annales de la Soc. géolog. du Nord, t. XXVII, p. 150-174.

(2) Une protubérance solaire observée le 15 juillet 1895, par le P. FENYI, avait une hauteur totale de 688 secondes, ce qui représentait le diamètre total de 43 globes terrestres réunis, soit 500,000 kilomètres. Si une telle éruption avait eu pour siège la terre, elle eût dépassé d'un bon tiers, par l'expansion de ses flammes électriques, la distance qui nous sépare de la lune. Ces flammes colossales de l'activité solaire, sont, on le sait, animées de vitesses considérables. Une protubérance étudiée le même jour, par M. Mascari, et d'un développement représentant 12 fois le diamètre terrestre, s'est, en 17 minutes, élevée de 71,000 kilomètres, soit avec une vitesse d'expansion de 70 kilomètres par seconde. En mesurant, à l'aide du déplacement des raies du spectre, d'autres vitesses bien plus grandes encore des masses lumineuses émises par le soleil, on a pu constater une indépendance absolue dans le sens des mouvements des diverses parties d'une même protubérance, en même temps que des vitesses, dans diverses directions, de 303, 526, 771 et 858 kilomètres par seconde. La distance ainsi parcourue en 50 secondes représenterait exactement le tour de la terre. (Voir le n° 598 du 11 juillet 1896 du *Cosmos*).

Le rapide énoncé de l'ampleur de telles manifestations émanant de ce grand foyer électrique et magnétique que constitue le soleil, permet de comprendre aisément l'importance des phénomènes d'induction dont la terre doit être l'objet.

Ces jours derniers viennent encore de nous en fournir de curieux exemples, par la

que celles de diverses influences cosmiques distinctes : lunaires et autres, et c'est ainsi que l'on a déjà pu tenter avec un certain succès de raccorder les statistiques de nombreux phénomènes endogènes à des lois et à des règles de périodicité, dont, en Belgique, M. A. *Doneux* s'est fait le zélé et hardi défenseur (1).

Parmi ces manifestations diverses, dont le siège invisible est l'intérieur de la terre et dont un domaine, plus appréciable à nos sens, se trouve être l'atmosphère qui nous enveloppe, nous connaissons tous les dernières, qui font l'objet des études de la science météorologique.

Voyons maintenant quelles sont celles qui se rattachent plus intimement à la physique du globe et représentent les phénomènes de la Météorologie endogène. Il faut y comprendre la volcanicité tout entière, les phénomènes geysériens, les tremblements de terre avec toutes leurs manifestations, soit perceptibles, soit microsismiques variées, les bruits souterrains de certaines régions, les dégagements gazeux terrestres, souterrains et autres (aux premiers desquels se rattache l'émission du *grisou*) ; les variations de débit, de thermalité, de minéralisation et de niveau hydrostatique des eaux souterraines, surtout d'origine profonde ; certains des changements de niveau des nappes phréatiques et de leurs affleurements (lacs) et du débit de leurs trop-pleins (sources) ; la production de brouillards spéciaux, celle de manifestations électriques variées, de perturbations telluriques et magnétiques, d'orages sismiques ou souterrains, non appréciables à

coïncidence de l'apparition sur le soleil de taches colossales, avec une série de phénomènes terrestres du domaine de la physique du globe. Ces phénomènes ont précédé ou suivi de près la constatation de ces grandes taches solaires qui ont été visibles du 3 au 10 septembre, taches dont la principale montrait un diamètre de 75,000 kilomètres, soit six fois le diamètre terrestre. La belle aurore boréale du 9 septembre, les chaleurs extraordinaires de ces mêmes jours, le cyclone épouvantable qui, le lendemain, 10 septembre, a ravagé les Petites Antilles (St-Vincent, Ste-Lucie et les Barbades) et a causé la mort de plusieurs centaines d'habitants de ces contrées, et enfin la phase actuelle d'éruption du Vésuve, ne sont que les corollaires habituels accompagnant les phases de grande agitation des forces et des effluves électriques du soleil.

(1) *Électricité et magnétisme terrestres. Théories de N.-R. Brück, appliquées à la physique du globe, à la météorologie, aux incendies et au grisou*, par A. DONEUX, 3 vol. petit in-8°. Paris. Bruxelles, 1894.

Articles divers sur le *grisou* et sur ses lois de périodicité, par A. DONEUX, dans un grand nombre de numéros du *Cosmos* de 1895 et 1896.

nos sens et enfin l'éclosion d'une série de phénomènes d'ordre biologique et physiologique, à peine entrevus jusqu'ici et qui tendent à augmenter, dans des directions imprévues, le domaine, déjà si vaste, régi par les *forces cosmiques* agissant sur le globe terrestre et ses habitants, pour ainsi dire à notre insu.

Est-ce à dire que chaque fois que des manifestations de l'espèce se produisent, il faille les mettre forcément en relation avec des phénomènes endogènes ? Evidemment non ; ainsi des dégagements grisouteux ont bien souvent leur origine dans les conséquences mécaniques, par tassement et rupture des roches avoisinantes, du travail d'exploitation lui-même ; souvent aussi des causes extérieures, telles que les pluies et des influences climatiques diverses sont les facteurs des phénomènes de variations de toute nature (température, débit, degré de minéralisation et d'éléments gazeux libres) observés dans les eaux souterraines ou superficielles.

Les problèmes sont complexes en réalité et réclament, pour chaque cas, une enquête approfondie, base de toute synthèse ultérieure permettant d'établir la part à attribuer à chacun des facteurs en présence.

Parmi les phénomènes endogènes qui, de tous temps, ont le plus attiré l'attention des observateurs, on peut citer *les tremblements de terre*. Aussi l'étude des secousses et des agitations du sol terrestre a-t-elle devancé l'ère de progrès qui s'annonce seulement pour la connaissance des autres manifestations endogènes précitées. Il est vrai que l'adaptation à ces études sismiques d'instruments spéciaux de toute nature permettant d'apprécier et d'étudier celles des agitations terrestres qui échappent à nos sens, c'est-à-dire à la sensibilité très relative de l'organisme humain, a fait faire des progrès considérables à cette branche de la science. Il ne faut donc pas s'étonner que ce soit de ce côté que nous voyions apparaître la notion précise des premières corrélations constatées entre des ordres de faits qu'à première vue l'on pourrait croire indépendants et sans liaison de causalité : je veux parler des *phases d'agitation sismique* précédant et accompagnant souvent les *recrudescences d'activité grisouteuse*.

Tel est bien, en effet, l'ordre d'idées nettement mis en évidence,

à partir de 1875, par M. M. S. de Rossi, en Italie, après diverses observations de coïncidences de l'espèce, non soupçonnées jusque là. Il les exprima à l'occasion de la reproduction, dans son Bulletin du vulcanisme italien, d'un article anonyme d'un technicien de la mine, resté inconnu, ayant signalé en Angleterre dans le journal " The Engineer ", du 17 décembre 1875, les relations qui venaient, à cette époque, de se manifester ouvertement en Angleterre entre une succession de tremblements de terre et de violents dégagements grisouteux.

Ce fut la catastrophe d'Anderlues, en 1880, qui engagea M. de Rossi à exposer de nouveau et d'une manière plus détaillée dans son " Bullettino del vulcanismo italiano ", combien les corrélations barométriques sont aléatoires et même *renversées en matière chronologique* et à défendre ouvertement la thèse qu'il fallait faire appel aux phénomènes endogènes, notamment aux accroissements préalables d'activité microsismique, pour arriver à prévoir, au moins dans certains cas, les dangers grisouteux. En 1883, lors d'une conférence qu'il donna à l'Exposition universelle d'Amsterdam (1), M. de Rossi renouvela cet appel et exposa un chaleureux plaidoyer en faveur des multiples buts utilitaires et scientifiques de l'étude des phénomènes complexes et variés de la Météorologie endogène.

C'est en 1883 également que M. de Chancourtois, l'éminent géologue français et inspecteur général des mines, présenta à l'Académie des Sciences de Paris, une Note qui ne paraît nullement inspirée par les travaux de de Rossi, mais qui concluait absolument dans le même sens. Cette note fut l'origine des recherches et des expériences faites depuis lors aux mines d'Anzin et dont les résultats confirmèrent les conclusions émises par M. de Chancourtois.

Deux ans plus tard, un ingénieur anglais, M. Walton Brown exprima des vues analogues, qui paraissent également lui être personnelles et qui furent reprises ultérieurement par un Comité scientifique qui tenta, mais dans de mauvaises conditions instrumentales, de

(1) *Nouvelles études sur les tremblements de terre et les autres phénomènes géodynamiques*, par le Professeur M. S. DE ROSSI. — Broch. gr. in-8°, 27 pages. Leide, E.-J. Brill, 1883.

vérifier les corrélations annoncées et obtint cependant certains résultats nettement confirmatifs (1).

Une initiative sérieuse avait cependant été prise par le gouvernement français qui, dans le but d'élucider pratiquement la question, envoya en Italie et en Suisse une mission scientifique ayant comme chef M. de Chancourtois et comme membres MM. Chesneau et Lallemand. A la suite de ces études, d'intéressants rapports parurent aux *Annales des Mines* (2) et exposèrent les résultats pratiques et parfaitement confirmatifs des premières expériences faites dans ce sens, aux mines d'Anzin, c'est-à-dire à nos portes.

J'ai résumé ailleurs (3) les parties essentielles de ces expériences qui, malgré les défauts des dispositifs d'appréciation sismique et des instruments de mesures grisométriques, montrent d'une manière fort nette, de fréquents et remarquables phénomènes de corrélations grisouto-sismiques.

C'est encore vers la même époque que M. le professeur Forel, comme résultat de concordances notées par lui, formulait devant l'Académie des sciences de Paris la synthèse de ses observations, connues depuis sous le nom de loi de Forel : " Il faut, disait-il, redoubler de précautions contre le grisou les jours qui suivent un tremblement de terre dont l'aire sismique s'est étendue jusqu'au territoire de la mine à protéger. „

L'ensemble des phénomènes grisouteux microsismiques observés, précisément au même moment et d'une manière indépendante vers le milieu de la première quinzaine de décembre 1886, en France, en Angleterre, et coïncidant, en Belgique, avec des manifestations gri-

(1) Voir, dans le volume XXXVII (1888) des *Proceedings of the North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers*, le premier Rapport du Comité chargé « de l'étude des sismes (earth tremors) dans le but de déterminer — si elles existent — leurs connexions avec les dégagements gazeux dans les mines. »

(2) *De l'étude des mouvements de l'écorce terrestre, poursuivie particulièrement au point de vue de leurs rapports avec les dégagements de produits gazeux*. Rapport de mission, par B. de Chancourtois, assisté par MM. Ch. Lallemand et G. Chesneau. — *Annales des Mines*, 8^e série, t. IX, 1886, pp. 207-283, pl. V et VI.

De l'influence des mouvements du sol et des variations de la pression atmosphérique sur les dégagements grisouteux, par G. CHESNEAU. — *Annales des mines*, 8^e série, t. XIII, 1888, pp. 389-428.

(3) *loc. cit.* — Voir page 36.

souteuses, ainsi qu'avec d'importantes manifestations volcaniques et sismiques dans diverses parties du monde, montre nettement que le principe des corrélations invoquées est indiscutable, ainsi que l'origine purement endogène du phénomène. Seules, les lois régissant ces corrélations et l'apparition de leurs manifestations souterraines restent à définir.

Qu'il nous soit permis maintenant de sortir quelque peu du domaine des faits et de nous demander en vertu de quels éléments d'action on peut admettre — jusqu'à plus ample informé scientifique — que de telles corrélations peuvent s'établir ?

Deux éléments, au moins, semblent intervenir et paraissent pouvoir agir, soit isolément, soit d'une manière complexe et convergente.

Si, comme il est vraisemblable dans l'état actuel de nos connaissances, le grisois d'imprégnation se trouve — d'une manière générale et sans parler des réserves localisées — sous pression, dans les fissures, fentes, failles et vides quelconques des roches encaissantes formant le toit et le mur des veines, en combinaison chimique, ou à l'état physique d'équilibre de stabilité relative, et occlus en éléments infinitésimaux dans les pores de la veine charbonneuse, il est certain que, tout particulièrement, deux sortes de phénomènes physiques peuvent être appelés à détruire brusquement de tels états d'équilibre chimique ou physique et à provoquer des phénomènes de détente, ou de reconstitution ou de combinaison, amenant des explosions ou des déflagrations violentes.

Ces facteurs sont, d'une part, les *chocs* qui déterminent, on le sait par l'étude des explosifs, des réactions avec propagations instantanées s'étendant à toute la masse ainsi affectée en un point ; d'autre part, les *effluves*, *étincelles* et *manifestations électriques*, qui agissent dans la Nature suivant des lois aussi complexes que mystérieuses, dont la physique moderne nous dévoile chaque jour de nouveaux indices.

Les chocs et l'électricité, qui sont deux éléments agissant dans les manifestations endogènes, ont parfois d'étranges actions réciproques comme celles, par exemple, que l'on a utilisées dans le dispositif à marteau des appareils mettant en jeu les radio-conducteurs utilisés pour la transmission à distance. A ce sujet, et partant de ce

fait que les gaz sont *mauvais conducteurs de l'électricité*, ne serait-il pas permis de se demander si, mise en présence de certains phénomènes électriques souterrains, la houille grisouteuse, aux pores chargés de gaz à haute pression, ne pourrait constituer une sorte de disposition ou de corps radio-conducteur, dont les *chocs* émanant de l'activité endogène *modifieraient* ou *annihileraient* la charge électrique et provoqueraient ainsi par ces changements de tension l'explosion violente. Il est certain que le phénomène bien connu des projections considérables de charbon menu et pour ainsi dire poussiéreux, ou semblable à de la suie, dont s'accompagnent si généralement les *dégagements instantanés*, indique un processus parfaitement conciliable avec cette thèse d'une action de décomposition par voie d'action électrique.

Des phénomènes lumineux avec production d'étincelles sont bien connus dans les mines d'Ostrau et de Moravie, ainsi que dans les districts miniers de la Haute-Silésie et de la Westphalie.

On y a maintes fois observé, lors d'affaissements brusques de toits de veines, un phénomène accompagné d'un véritable bruit de tonnerre, la production, pendant plusieurs secondes, d'une véritable *mer de feu* éclairant tout l'espace (sans corrélation notée cependant avec des explosions grisouteuses) (1). Ce sont probablement là des phénomènes électriques, auxquels paraissent pouvoir se rapporter également les explosions ou détonations assez souvent semblables, par leur extrême intensité, à des coups de canon et au bruit du tonnerre, constatées en Belgique lors de la production de dégagements instantanés.

Quant aux secousses et aux chocs ténus, mais multiples, de l'action microsismique, ils agissent encore — et au même titre alors que ceux dus tant aux phénomènes d'affaissement qu'à l'outil du mineur — au point de vue purement mécanique, en favorisant le fendillement et la désagrégation microscopique des roches charbonneuses et autres imprégnées de grisou.

Le travail de décomposition brusque et d'émiettement poussiéreux se trouve ainsi préparé et facilité, sans compter que *le choc à lui seul* peut — comme dans le cas classique de la larme batavique, suc-

(1) *Rapport général de la Commission prussienne du grisou*, par A. HASSLACHER. Traduction de la *Revue universelle des mines*, années 1889 à 1891. Voir p. 195 du tiré à part.

cessivement rappelé au sujet des tensions grisouteuses internes, par MM. *Melsens* et *Harzé* — suffire à produire des phénomènes explosifs d'une grande violence, étant donnée la rupture possible, sous l'influence mécanique du choc, d'états d'équilibre physique ou chimique maintenus, grâce à de hautes pressions, au sein de la roche grisouteuse.

On voudra bien excuser cette petite incursion — utile tout au moins comme source de discussions contradictoires et peut-être d'essais expérimentaux — dans le domaine des hypothèses concernant le processus des actions microsismiques et endogènes corrélatives à l'émission brusque ou à l'explosion du grisou. Quoi qu'il en soit d'ailleurs des hypothèses que l'on peut faire à ce sujet, elles ne peuvent entraîner dans leur faillite éventuelle le fait, déjà nettement acquis, du principe des corrélations grisouteuses et sismiques constatées en divers pays, quelque minimes et insuffisantes qu'aient été jusqu'ici les périodes d'observation et quelque rudimentaires — en comparaison de ce qui peut être fait aujourd'hui — qu'aient été les dispositifs et appareils d'investigation sismiques et grisouteux.

La vérification définitive et péremptoire de ces corrélations, et par conséquent la recherche de bases rationnelles pour les prévisions grisouteuses, constituent la tâche à laquelle la *Section permanente d'études du grisou*, créée au sein de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, convie spécialement les exploitants, les ingénieurs, les techniciens, les hommes de science, l'administration des mines et le gouvernement.

Cette tâche, telle que ses promoteurs la comprennent, doit en même temps englober, dans la mesure des possibilités, une *étude d'ensemble* constituant, lorsqu'elle sera terminée, une véritable monographie du grisou. C'est ce qui résulte de l'examen du programme d'études du grisou, que M. L. Gérard et moi avons présenté dans ce but à nos collègues de la susdite Section, qui en ont déjà accepté les grandes lignes et le plan général ⁽¹⁾, sauf à en revoir et à en compléter le détail.

(1) *Projet de programme d'études du grisou* présenté par LÉON GÉRARD et ERNEST VAN DEN BROECK aux séances du 18 juillet et du 2 août 1898 de la Section permanente d'études du grisou, de la Société belge de géologie.

Est-ce à dire, parce que nous avons constaté qu'il fallait transférer dans le domaine de la *Météorologie endogène* les bases des corrélations rationnelles et des prévisions que l'on s'efforçait jusqu'ici de trouver dans la *Météorologie atmosphérique*, qu'il faille ABANDONNER cette dernière ? Nullement ; car il existe réellement certaines corrélations grisouteuses et barométriques et maintenant que la question peut être mieux posée, plus clairement définie, elle n'en sera que plus facile à résoudre.

La situation, dans cette voie, peut se résumer ainsi :

La dépression barométrique rapide et accentuée n'est pas forcément un précurseur de l'émanation grisouteuse, puisqu'elle la suit parfois, au lieu de la précéder. Elle ne peut avoir d'action directe sur les dégagements instantanés, ni sur le grisou qui se dégage normalement sous des pressions variables, mais souvent assez fortes, des forages ⁽¹⁾, des soufflards et des joints d'émission grisouteuse localisée.

La dépression barométrique accentuée peut toutefois augmenter la teneur en grisou des mines, soit indirectement en agissant sur les couches, relativement élastiques, du sol terrestre, soit directement en influant sur les conditions d'aérage de la mine. Elle peut agir encore sur le gaz grisou accumulé à *faible tension* dans les vieux travaux et remblais — surtout lorsque ceux-ci, infestés de grisou, sont développés et disposés de manière à entrer en communication avec l'air des galeries et chantiers à préserver, — et alors cette dépression peut devenir une réelle cause de danger pour ceux-ci. C'est avec ces restrictions et ainsi comprise, que l'influence, néfaste parfois, nulle souvent, des fortes dépressions barométriques doit être considérée comme un élément nullement négligeable en principe dans l'ensemble des mesures défensives et de prévision de nos mines grisouteuses.

La saine appréciation de cet élément atmosphérique et de son influence se résoud en *une équation personnelle* à chaque mine, englobant comme facteurs la circulation d'air de la mine, ses procédés de ventilation et d'éclairage, l'extension et le degré d'isolement de ses

(1) Il a été constaté dans un rapport de M l'Ingénieur G. Schorn, que dans certains trous de sondage forés dans nos mines charbonneuses, les pressions du grisou peuvent atteindre jusque 42 ¹/₂ atmosphères (veine ou couche du puits n° 7 de Belle-Vue, aux charbonnages Unis-Ouest de Mons.)

déblais et vieux travaux, la proportion de grisou qui s'en dégage normalement et la conduite générale de ses travaux. Toutefois l'on peut dire qu'avec les progrès effectués pendant ces dernières années dans l'aérage mécanique des mines grisouteuses, l'influence des dépressions barométriques sur le dégagement grisouteux des déblais et vieux travaux ne paraît pas devoir inspirer des craintes bien sérieuses. Celles-ci doivent être réservées au facteur du grisou A HAUTE PRESSION, *absolument indépendant* dans ses émissions brusques et dans ses explosions, de l'*influence* des dépressions barométriques, mais pouvant émaner, comme celles-ci, d'une cause commune et se manifester plus ou moins synchroniquement, mais avec des rapports chronologiques non constants ni réguliers.

C'est donc, en conclusion, dans le domaine de la MÉTÉOROLOGIE ENDOGÈNE qu'il faut transférer le champ des recherches et des observations qui nous permettront un jour de formuler des lois de prévisions grisouteuses et de définir en même temps la portée exacte des relations pouvant parfois exister entre le grisou et les phénomènes, d'ordre secondaire, se rattachant à la météorologie atmosphérique.

M. FIRKET. Je crois que l'expérience n'est pas assez prononcée dans la voie indiquée par M. Van den Broeck. Il y a là certaines coïncidences, les mouvements microsismiques sont très nombreux, les conditions sont essentiellement variables ; bref, je crois en un mot que, tout en continuant à faire des recherches dans la voie indiquée par l'honorable rapporteur, il est bon de faire ses réserves.

M. V. VAN DEN BROECK. Je suis absolument de votre avis.

M. HARZÉ. Nous n'avons jamais dans la même mine deux dégagements instantanés se produisant simultanément. Or, s'il y avait une cause générale pour ces dégagements, on devrait les observer tout au moins dans plusieurs mines voisines.

Les sismes devraient donc agir sur des points bien limités !

Je pense en outre qu'il est téméraire de rechercher, comme on l'a fait, des relations entre un dégagement grisouteux à Anzin et des éboulements dans la mine d'Angleur où d'ailleurs il n'y a guère de grisou.

Cependant tout doit être étudié en matière de grisou, et la communication de M. Van den Broeck est certainement intéressante ; mais il faut se garder de prononcer dès à présent.

M. VAN DEN BROECK. Sans doute, mais il est à remarquer que si on n'a pas d'accident dans des mines voisines alors qu'un dégage-

ment de grisou s'est produit à proximité, cela s'explique fort bien, parce qu'un sisme sera produit dans la direction d'une faille. Tout ce qui est en dehors de cette direction peut rester indemne.

M. HARZÉ. A une baisse barométrique, quelle qu'en soit la cause, correspondent des dégagements de gaz venant des remblais sur des étendues considérables.

En ce qui concerne les dégagements instantanés de grisou, on n'en a jamais constaté le dimanche. Pourquoi ? Il n'y a pas cependant de repos dominical pour les forces endogènes.

Tout cela veut dire que la question est très complexe et qu'il faut l'envisager sous toutes ses faces.

M. VAN DEN BROECK. Nous sommes absolument d'accord. La chose essentielle, du reste, en des recherches de ce genre, c'est de multiplier les points d'observation.

M. HARZÉ. Cette multiplicité serait nécessaire pour déterminer des lois ; mais, il en est autrement si vous visez seulement la corrélation.